

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
Інженерно-хімічний факультет
Кафедра екології та технології рослинних полімерів**

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____М.Д. Гомеля

«___» _____ 20__р.

Дипломний проєкт

на здобуття ступеня бакалавра

**за освітньо-професійною програмою «Промислова екологія та
ресурсоефективні чисті технології»**

спеціальності: 161 Хімічні технології та інженерія

**на тему: «Цех з виробництва паперу туалетного із целюлози з
розробленням технологічного потоку»**

Виконала:

студентка IV курсу групи

ЛЩ-391

Цикалова Вікторія Сергіївна

Керівник:

ст. викладач, к.т.н.,

Остапенко Аліна Анатоліївна

Консультант із заходів з охорони праці на виробництві

ст. викл., к.т.н., Ковтун А.І.

Рецензент:

кандидат тех.наук,

доц. каф. хім. полімерного та

силікатного машинобудування

Чемерис Андрій Олегович

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

Студентка

Київ – 2023 рік

ВІДОМІСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЄКТУ

№ з/п	Формат	Позначення	Найменування	Кількість листів	Примітка
1	A4		Завдання на дипломний проєкт		
2	A4	ДП 9120.00.000 ПЗ	Пояснювальна записка		
3	A1	ДП 9120.01.000 ТК	Технологічна схема	1	
4	A1	ДП 9120.02.000 ТК	План цеху	1	
5	A1	ДП 9120.03.000 ТК	Поперечний розріз	1	
6	A1	ДП 9120.04.000 ТК	Поздовжній розріз	1	
7	A1	ДП 9120.05.000 ТК	Зведений баланс волокна та води	1	

				ДП 9120.00.000.00		
	ПІБ	Підп.	Дата			
Розробн.	Цикалова В.С.			Відомість дипломного проєкту	Лист	Листів
Керівн.	Остапенко А.А.				1	70
Заф.каф.	Гомеля М.Д.				КПІ ім. Ігоря Сікорського Каф. Е та ТРП гр. ЛЦ-391	

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Інженерно-хімічний факультет
Кафедра екології та технології рослинних полімерів**

Рівень вищої освіти – перший бакалаврський

Спеціальність (спеціалізація) 161 Хімічні технології та інженерія

Освітньо-професійна програма «Промислова екологія та
ресурсоефективні чисті технології»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

М.Д. Гомеля

(підпис)

(ініціали, прізвище)

«___» _____ 20__р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проєкт (роботу) студенту

Цикаловіч Вікторії Сергіївні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Цех з виробництва паперу туалетного із целюлози з розробленням технологічного потоку
Керівник проєкту (роботи) Остапенко Аліна Анатоліївна ст. викладач, к.т.н.,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом по університету від «26» травня _____ 2023 р. № 2025-с
2. Строк подання студентом проєкту (роботи) червня 2023 р.
3. Вихідні дані до проєкту (роботи)
4. Зміст (дипломної роботи) пояснювальної записки (перелік завдань, які потрібно розробити) Описати та обґрунтувати реконструкцію технологічного потоку, розробити технологічну частину, розрахувати матеріальний баланс, навести теоретичні відомості, 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, результати зведеного матеріального балансу води і волокна (таблиця).
6. Дата видачі завдання квітня 2023 р. _____

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проєкту	Строк виконання етапів проєкту	Примітка
1	Отримання завдання		
2	Розробка технологічної схеми		
3	Технологічна частина		
4	Розрахункова частина		
5	Оформлення графічної частини		
6	Будівельна частина		
7	Розробка заходів з щодо охорони праці на виробництві		

Студент

(підпис)

В.С. Цикалова

(ініціали, прізвище)

Керівник проєкту

(підпис)

А.А. Остапенко

(ініціали, прізвище)

Пояснювальна записка
до дипломного проєкту
на тему: «Цех з виробництва паперу туалетного із целюлози з
розробленням технологічного потоку»

АНОТАЦІЯ

Дипломний проєкт: стор. 70, рис. 6, табл. 10, першоджерел 9, додатків 5.

Обґрунтовано розробку технологічного потоку цеху з виробництва туалетного паперу. Наведено стандарти на сировину (хвойну та листяну целюлози) та готову продукцію.

Розроблено та описано технологічну схему виробництва туалетного паперу, розраховано матеріальний баланс води та волокна, а також тепловий баланс контактено-конвективного способу сушіння паперу.

Описано основні теоретичні відомості процесу розмелювання та сушіння, а також здійснено вибір основного технологічного обладнання.

Наведено об'ємно-планувальне рішення будівлі цеху.

Наведено заходи щодо охорони праці на виробництві.

ЦЕЛЮЛОЗА, РОЗМЕЛЮВАННЯ, ОЧИЩЕННЯ, СОРТУВАННЯ,
ПАПЕРОРОБНА МАШИНА, ТЕХНОЛОГІЯ ATMOS, ПАПІР
САНІТАРНО- ГІГІЄНІЧНИЙ¹

					ДП 9120.00.000 ПЗ						
Змн.		№ докум.	Підпис	Дата	Цех з виробництва паперу туалетного із целюлози з розробленням технологічного поток				Літ.	Арк.	Акрушів
Розроб.		Цикалова В.С.									
Перевір.		Остапенко А.А.									
Реценз.									НТУУ "КПІ", ІХФ,ЛЦ-з91		
Н. Контр.											
Затверд.		Остапенко А.А.									

ABSTRACT

Diploma project: pag. 70, draw. 6, tables 10, primary sources 9 , addition 5.

The development of the technological flow of the toilet paper production shop is substantiated. Standards for raw materials (coniferous and leaf pulp) and finished products are given.

The technological scheme of toilet paper production was developed and described, the material balance of water and fiber was calculated, as well as the heat balance of the contact method of paper drying.

The main theoretical details of the grinding and drying process are described, as well as the selection of the main technological equipment.

The volume-planning solution of the shop building was designed.

Measures for labor protection in production are given.

CELLULOSE, DISSOLUTION, GRINDING, CLEANING, SORTING,
PAPER MACHINES, ATMOS TECHNOLOGY, TISSUE PAPER

					ДП 9120.00.000 ПЗ						
Змн.		№ докум.	Підпис	Дата							
Розроб.		Цикалова В.С.			Цех з виробництва паперу туалетного із целюлози з розробленням технологічного потоку			Літ.	Арк.	Акрушів	
Перевір.		Остапенко А.А.									
Реценз.								НТУУ "КПІ", ІХФ,ЛЦ-391			
Н. Контр.											
Затверд.		Остапенко А.А.									

ЗМІСТ

ВСТУП.....	9
1 ОБҐРУНТУВАННЯ ТА РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПОТОКУ З ВИРОБНИЦТВА ТУАЛЕТНОГО ПАПЕРУ	10
2 ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА ТУАЛЕТНОГО ПАПЕРУ	11
2.1 Характеристика сировини, хімікатів і готової продукції	11
2.2 Технологічна схема та її опис	15
2.3 Теоретичні відомості про основні процеси виробництва.....	19
2.3.1 Розмелювання волокнистих напівфабрикатів	19
2.3.2 Формування паперового полотна	21
2.3.3 Пресування паперового полотна.....	22
2.3.4 Сушіння паперового полотна	23
2.3.5 Особливості паперу санітарно-гігієнічного призначення	26
3 ВИЗНАЧЕННЯ ПОТРЕБИ В СИРОВИННИХ РЕСУРСАХ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ПАПЕРУ	28
3.1 Блок-схема балансу води і волокна	28
3.2 Вихідні дані для розрахунку матеріального балансу.....	29
3.3 Розрахунок матеріального балансу.....	31
3.4 Тепловий баланс	46
4 ВИБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ.....	50
5 ОБ'ЄМНО-ПЛАНУВАЛЬНЕ РІШЕННЯ БУДІВЛІ ЦЕХУ З ВИРОБНИЦТВА ТУАЛЕТНОГО ПАПЕРУ	56
6 ОХОРОНА ПРАЦІ	60
ВИСНОВКИ	68
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	69

					<i>Пояснювальна записка</i>	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Основна частка санітарно-побутових виробів на основі целюлози та деревної маси виготовляється з паперу, що одержується з коротких рослинних волокон на спеціальному папероробному обладнанні. До цих видів відносяться тонкі папери, що вбирають вологу, креповані або гладкі, одношарові або багатошарові [1].

Шляхом обробки їм можуть бути надані властивості вологоміцності, гідрофобності, бактерицидності тощо. Санітарно-побутові види паперу повинні задовольняти естетичні, гігієнічні та фізико-механічні показники, що відповідають умовам експлуатації виробів на їх основі.

Санітарно-побутові види паперу переробляються у великий асортимент виробів: серветки різного призначення, носові хустки, рушники, туалетний папір, скатертини, паперові підгузки, гігієнічні пакети тощо.

Щорічно в країнах Західної Європи на душу населення виробляється від 3 до 12 кг санітарно-побутових видів паперу, США — близько 19 кг. Основна частка у виробництві санітарно-побутових видів паперу припадає на випуск туалетного паперу та основи для господарських рушників. У Західній Європі приблизно 57 % санітарно-побутових видів паперу переробляється в туалетну, 20—22 % — у господарські рушники та інші в серветки, хустки тощо.

Залежно від виду виробу, сфери його використання, технічних характеристик переробного обладнання використовують папір-основу з відповідними фізико-механічними властивостями. Папір що є основою повинен забезпечувати отримання виробів з необхідними властивостями — достатня міцність у сухому та вологому станах, хороше поглинання, м'якість тощо.

Туалетний папір виготовляється з крепованого одно- або двошарового паперу. Залежно від необхідної якості папір виготовляється з різних видів сировини — вибілених та невибілених видів целюлози, суміші з деревною масою, макулатури.

					Пояснювальна записка	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 ОБҐРУНТУВАННЯ ТА РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПОТОКУ З ВИРОБНИЦТВА ТУАЛЕТНОГО ПАПЕРУ

Програмою розвитку целюлозно-паперової галузі в Україні передбачено ріст виробництва біля 1,7 млн. т.

Розрахунки показують, завдяки низьким витратам на деревину, робітничу силу і енергію при виробництві положення провідних українських підприємств-виробників целюлозно-паперової продукції є досить добрими.

Метою дипломного проєкту є розроблення нового технологічного потоку для виробництва паперу туалетного.

Особливості, які передбачено в запропонованій технологічній схемі:

- через використання листяної та хвойної целюлози в композиції їх підготовку проводимо окремими потоками.
- додати у композицію паперу 60% суміш листяних порід целюлози, щоб знизити собівартість та покращити показники: м'якість, вбирну здатність та непрозорість;
- встановити рафінер TwinFlo Prime перевагами якого є:
 - компактність та простота обслуговування;
 - зменшене навантаження на кромку;
 - висока потужність та ресурсозбереженість;
- встановити машину з технологією Atmos для виробництва санітарно-гігієнічного паперу, привілеями якої є:
 - структурна сітка AtmosMax;
 - свіжого волокна використовується від 20% менше ніж зазвичай;
 - одним із ключових елементів системи є відсмоктувальний вал, через який проходить спеціальна сітка AtmosMax та у якому виникає розрідження (близько 0,5 бар), що сприяє видаленню води з паперу.

					Пояснювальна записка	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА ТУАЛЕТНОГО ПАПЕРУ

2.1 Характеристика сировини, хімікатів і готової продукції

Туалетний папір виготовляються згідно з ДСТУ 8399 «Папір для виробів санітарно-гігієнічної призначеності», показники якості наведено в таблиці 2.1

Таблиця 2.1 – Показники якості санітарно-гігієнічного паперу

Назва показника	Норма для паперу марок											Метод випробування
	СГ-16	СГ-17	СГ-18	СГ-19	СГ-20	СГ-22	СГ-24	СГ-29	СГ-35	СГ-40	СГ-45	Згідно з ДСТУ 2297
1.Маса паперу площею 1 м ² , г	16±1	17±1	18±1	19±1	20±1	22±2	24±3	29±2	35±2	40±3	45±3	
2.Ступінь крепування у машинному напрямі,%	5,0											Згідно з ДСТУ 2334
3.Руйнівне зусилля у сухому стані, Н, не менше: - машинному напрямку поперечном у напрямку	1,1 0,5	1,2 0,6	1,3 0,7	1,6 1,0	1,6 1,0	1,8 1,2	2,2 1,4	2,8 1,8	3,5 2,2	4,0 2,5	4,5 3,2	Згідно з ДСТУ 2334 та 6.9
4.Капілярне всмоктування у серед. з двох напрямків, мм, не менше	22,2											Згідно з ГОСТ 12602

Продовження таблиці 2.1 – Показники якості санітарно-гігієнічного паперу

Назва показника	Норма для паперу марок			Метод випробування
5. Руйнівне зусилля у вологому стані Н, не менше	0,2	0,3	0,4	Згідно з ГОСТ 13525
6. рН водної витяжки х.е.	4,5-8,0			ДСТУ ISO 6588-
7. Вологість, %	6,0 +2,0 -1,5			ГОСТ 13525.19
8. Білість для незабарвленого паперу, % -без оптичного вибілювача -з оптичним вибілювачем	80 90			Згідно з ДСТУ EN 12625-7

Для виготовлення туалетного паперу як сировина використовується сульфатна вибілена хвойна целюлоза марки ХБ–4 згідно з ГОСТ 9571 (таблиця 2.2).

Таблиця 2.2 – Показники якості хвойної целюлози

Назва показника	Значення для марки							Метод випробування
	ХБ-0	ХТ-1	ХБ-2	ХБ-4	ХБ-5	ХБ-6	ХБ-7	
1.Механічна міцність при розмелюванні в ЦРА до 60 ⁰ ШР: -розривна довжина, км, не менше	9,0	7,8	7,8	7,4	8,5	8,7	67,4	По ГОСТ 13523.1

Продовження таблиці 2.2 – Показники якості целюлози

Назва показника	Значення для марки							Метод випробування
	ХБ-0	ХТ-1	ХБ-2	ХБ-4	ХБ-5	ХБ-6	ХБ-7	
-міцність на злом під час багаторазових перегибах, чпп, не менше	1300	1100	800	700	1000	1300	800	По ГОСТ 13525.2
2.Білість, %, не менше	90	88	86	87	82	80	81	По ГОСТ 7690
3. рН водної витяжки	5,5-7,0	5,5-7,0	5,5-7,0	5,5-7,0	5,5-7,0	5,5-7,0	5,5-7,0	По ГОСТ 12523
4. Сорність, шт. площею: - от 0,1 до 1,0 мм ² включ., не менше	25	70	70	60	90	150	120	По ГОСТ 7890
- св. 1,0 до 2,0 мм ² включ., не менше	0	0	2	2	5	15	10	
- св. 2,0 до 3,0 мм ²	0	0	0	0	0	10	5	
включ., не менше - більше 3,0 мм ²	0	0	0	0	0	0	0	
5. Вологість, %, не менше	20	20	20	20	20	20	20	По ГОСТ 16932 розд. 3

Для виготовлення туалетного паперу як сировина використовується сульфатна вибілена листяна целюлоза марки ЛС-3 згідно з ГОСТ 28172.

Таблиця 2.3 Показники листяної целюлози марки ЛС-3

Назва показника	Значення для марки	Метод випробування
	ЛС-3	
1.Механічна міцність при розмелюванні в ЦРА до 60 ⁰ ШР: -розривна довжина, км, не менше -міцність на злом під час багаторазових перегибах, чпп, не менше	7 41	По ГОСТ 13525.1 По ГОСТ 13525.3
2.Білість, %, не менше	82	По ГОСТ 7690
3. рН водної витяжки	6-7,5	По ГОСТ 12523
4. Сорність, шт. площею: - от 0,1 до 1,0 мм ² включ., не менше - св. 1,0 до 2,0 мм ² включ., не менше - св. 2,0 до 3,0 мм ² включ., не менше - більше 3,0 мм ²	100 10 0 0	По ГОСТ 14363.3
5. Вологість, %, не менше	20	По ГОСТ 16932

Для збільшення показника вологоміцності застосовують амфотерну полімерну смолу марки Кумене 25Х-Cel згідно з сертифікатом якості (таблиця 2.4)

Таблиця 2.4 – Характеристика смоли марки Кумене 25Х-Cel

Показник	Значення
Вміст сухої речовини, %	20,5 – 21,5
В'язкість, 25° С, мПа·с	40 – 90
рН	2,0±0,5
Щільність, кг/дм ³	1,07

					Пояснювальна записка	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

2.2 Технологічна схема та її опис

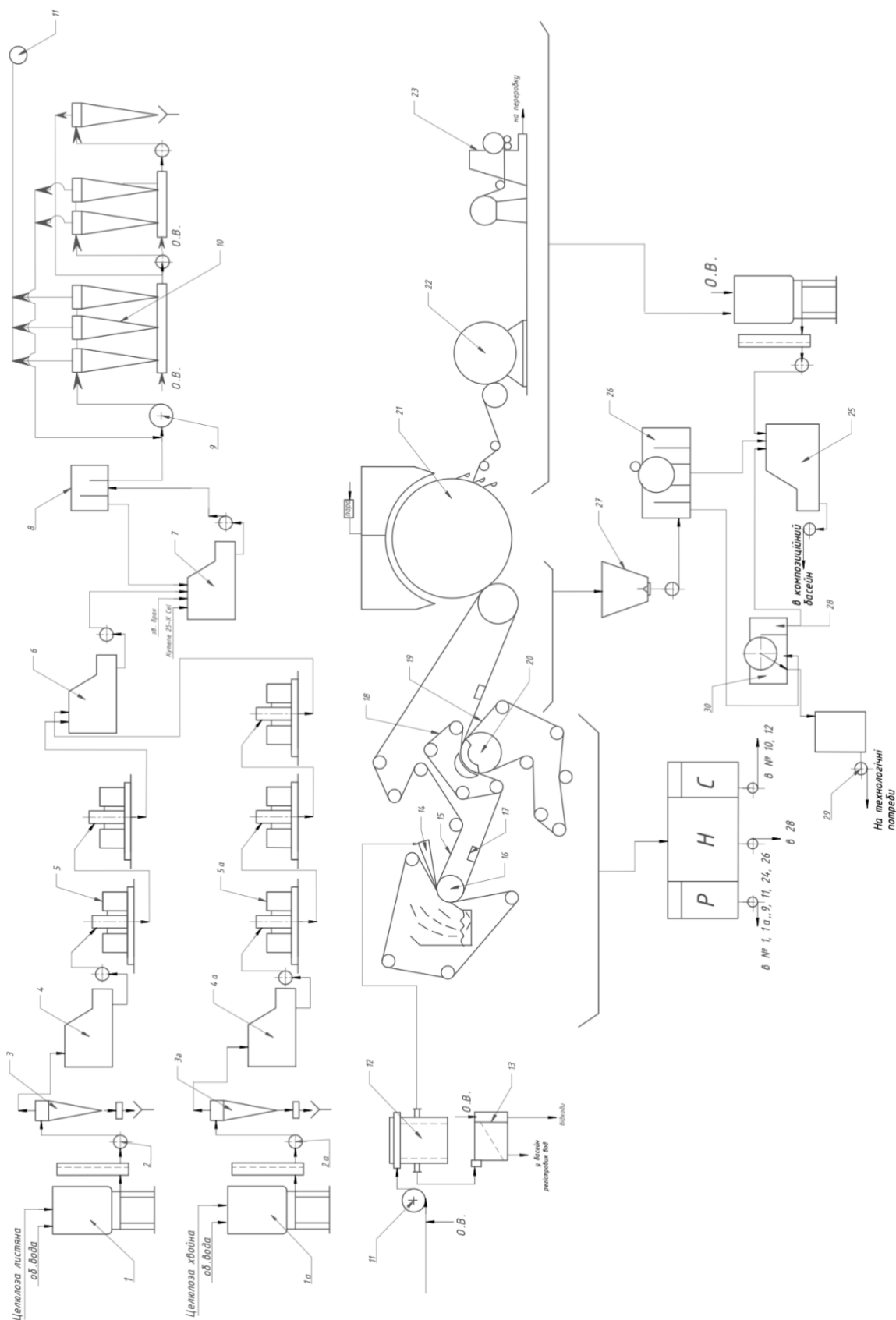


Рисунок 2.1 – Технологічна схема виробництва туалетного паперу

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Пояснювальна записка

Арк.

15

Опис технологічної схеми

Проектом передбачена наступна композиція туалетного паперу: 60% сульфатна целюлоза вибілена із хвойних порід деревини та 40% сульфатна целюлоза вибілена із суміші листяних порід деревини. Підготовка кожного напівфабрикату ведеться окремими потоками.

Із складу паки целюлози навантажувачем подаються у відділ подрібнення та підготовки. Паки целюлози по транспортеру подаються, відповідно, в гідророзбивачі целюлози (1), які заповнюються оборотною водою. Об'єм маси в гідророзбивачі повинен бути постійним щоб забезпечити сталу концентрацію маси, що повинна становити 3,5%.

Із гідророзбивача маса насосом (2) подається в конічні вихрові очисники (3). Потім маса перекачується в басейни (4), після чого направляється на розмелювання в дискових млинах (5). Хвойна целюлоза розмелюється в три ступені, а листяна – в два. Концентрація маси для розмелювання становить 3,5%.

Для хвойної целюлози приріст ступеня млива на кожному із млинів становить $\approx 8^\circ \text{ШР}$ та $\approx 10^\circ \text{ШР}$ – для листяної целюлози, після розмелювання ступінь млива дорівнює – $34 \pm 2^\circ \text{ШР}$.

Після розмелювання маса потрапляє в акумулюючий басейн (6) і потім насосами проходячи композиційний басейн (7) з додаванням обігового браку та амфотерної смоли Kymene 25X-Cel перекачується в бак постійного рівня (8).

Із баку постійного рівня (8) через засувку подається на вхід змішувального насоса (9), та додається реєстрова вода.

Розведена насосом маса (9) подається на в вихрові конічні очисники (10) I-го ступеня. Чиста маса з I-го ступеня очищення подається на вертикальну сортувалку (12) змішувальним насосом (11), де розводиться освітленою водою.

Відходи з I-го ступеня очищення з колектора де знаходяться відходи,

					Пояснювальна записка	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

розведені освітленою водою подають насосом на II-ий ступінь очищення. На вхід змішувального насосу подається очищенна маса, з колектора відходів подаються відходи що розведені освітленою водою, подаються на III-ий ступінь очищення. Маса що була очищена від III-го ступеня очищення направляється на вхід насоса перед II ступенем, а відходи, які промивають водою від волокна в промивальній камері, подаються в цех виробництва картону.

Очищена маса після I ступеня очищення насосом (11) подається на вузловловлювач (12), а далі в напірний ящик (14). Відходи вузловловлювача йдуть на вібраційну сортувалку (13), згустки відсортованого волокна направляються в басейн розпущення зворотнього браку, а вода поступає в басейн реєстрових вод.

Вузол Atmos розташований між формуючим валом (16) та янкі-циліндром(21). Формування відрізняється тим що, замість сукна встановлено структурну сітку - Atmos Max(15). Саме це робить формування листа трьохмірним. Сітка знаходиться з полотном від формуючого валу до янкі-циліндра.

Вакуумний вал - Atmos циліндр(20), забезпечує максимальне видалення води та найбільш можливе зневоднення.

Найбільша частина води видаляється за допомогою вакууму та контактом полотна і розробленої сітки Atmos Flex(19), яка знаходиться між Atmos циліндром(20) та структурною сіткою Atmos Max(15).

Контакт що утворений між полотном та сіткою Atmos Flex(19) утворений завдяки стрічці Atmos Belt(18), яка знаходиться над сіткою Atmos Max(15). Стрічка Atmos Belt (18) не має впливу на якість продукції, бо прямо не контактує з полотном.

Завдяки відсмоктувальному ящику (17) що знаходиться попереду вузла Atmos підсилюється вплив сітки Atmos Max через використання вакууму.

Коли полотно переходить до янкі-циліндра (21) з допомогою пресового вала, конструкція сітки Atmos Max (15) менше стискає полотно, що

					Пояснювальна записка	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

покращує характеристики якості продукції.

Контактно-конвективне сушіння здійснюється на лощильному циліндрі. Температура на поверхні лощильного циліндра становить 130-160°C. Щоб підвищити ефективність процесу зневоднення було встановлено ковпак швидкого сушіння. У ковпак швидкого сушіння подається повітря що має наступні характеристики: $t = 420^{\circ}\text{C}$. Після сушіння на накат надходить паперове полотно (22).

Рулони паперу після накату подаються на розкат поздовжньо-різального верстата (23). Рулони паперу що знаходяться на розкаті розмотуються і папір подається на ножі поздовжнього різання.

В гауч-мішалки (27) відправляється брак та мокрий брак, що утворився після обривів, він постійно з гауч-мішалки передається на згущувач (26), потім потрапляє у басейн оборотного браку (25). Через регулятор концентрації брак надходить до композиційного басейну (7).

Щоб розпустити сухий машинний брак, було встановлено гідророзбивач (24). Після гідророзбивача (24) маса відправляється в басейн оборотного браку (25), а після в композиційний басейн.

Використання обігової води

Під час процесу видалення води із паперової маси утворюється регістрова вода, що збирається на дуоформері, після чого надходить до збирача регістрових вод. Її використовують для розпускання паперової маси в гідророзбивачах целюлози (1) та розведення в змішувальних насосах маси. Регістрова вода що у надлишку надходить до басейну надлишкової води. З підсіткової ванни вода споживається для розведення відходів I та II ступеня вихрових конічних очисників УВК -700.

					Пояснювальна записка	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.3 Теоретичні відомості про основні процеси виробництва

2.3.1 Розмелювання волокнистих напівфабрикатів

Роли, конічні млини, рафінери та ін. – апарати безперервної та періодичної дії що використовуються для розмелювання волокнистих напівфабрикатів. Волокна у вигляді волокнистої суспензії різної концентрації (2-8%) в присутності води проходять між статором розмелювального апарату та перехресними ножами ротора.

Оскільки для розмелювання потрібна вода, то вона відіграє надзвичайно важливу роль, оскільки вона, містить гідроксильні групи через які вона здатна об'єднуватися з ними з утворенням водневих зв'язків.

Вода та що знаходиться з волокном може бути у наступних станах: вільному, капілярно-зв'язаному і молекулярно- зв'язаному.

Вільна вода – та що між волокнами, що легко може видалитись фільтрацією та віджиманням.

Капілярно-зв'язана вода – вода що знаходиться в капілярах та порах волокна; вона зв'язується силами поверхневого натягу та для видалення вимагає значних зусиль, чим менший розмір пор, тим важче видалити воду. Зі ступенем сухості біля 94 % у готовому папері чи картоні ця вода майже відсутня.

Молекулярно-зв'язана вода – вода що зв'язана за допомогою водневих зв'язків з гідроксильними групами целюлози та геміцелюлоз.

Для видалення цієї води потрібно застосувати чималі зусилля та процес може відбутись лише при висушуванні волокна за температури вище 100 °С до абсолютно сухого стану. Вона адсорбується на поверхні полісахаридів в целюлозних волокнах (целюлоз і геміцелюлоз) та зменшує енергію вільної поверхні. Енергія що утворюється при набуханні є великою та викликає розщеплення зв'язків в аморфній частині целюлози і дозволяє вільно потрапляти воді та "розсовувати" мікрофібрили і фібрили.

Фібріляція – процес що відбувається під час розмелювання целюлози

					Пояснювальна записка	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

чи волокнистих напівфабрикатів.

Зовнішня фібриляція – волокно відділяється від клітинних оболонок та фібрил, що збільшує загальну поверхню волокна та звільнює багато вільних гідроксильних груп, що утворюють міцний зв'язок між волокнами. Міцність волокон при цьому зменшується.

Внутрішня фібриляція частково ослаблює зв'язки між фібрилами, волокно стає більш гнучким та пластичним, міцність при цьому не знижується а залишається сталою.

Розривна довжина паперу зростає на першій стадії розмелювання, яка досягає свого максимуму біля 60-70°ШР, потім знижується. Приблизно за цією схемою так само змінюється міцність на злом. Опір роздиранню має переломну точку на першій стадії розмелювання целюлози після чого зменшується.

Як висновок можемо зазначити, що процес розмелювання має значний вплив на всі основні якості та властивості вже готового паперу. При цьому головним фактором є зміна розміру волокон та розміру міжволоконних зв'язків що утворюються в папері.

Чинники які можуть впливати на розмелювання та його ефективність:

- тривалість розмелювання;
- навантаження питоме на кромки ножів;
- гарнітура що використовується в процесі розмелювання;
- концентрація паперової маси;
- кислотність маси;
- температура маси;
- швидкість обертання;
- природа волокна.

					Пояснювальна записка	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.3.2 Формування паперового полотна

Формуючі пристрої, в яких утворюється полотно відбувається між двома формами елементами, що поділяються на дві групи:

- 1) зневоднення полотна через обидва формуючих елементи;
- 2) зневоднення полотна через один формуючий елемент.

У першій групі пристроїв в якості формуючих елементів використовуються пари сітка-сітка (двохсіткові формуючі пристрої), сітка-сукно, у другій групі - пара формуючий вал-сітка.

На формування паперового полотна на сітці впливають такі найважливіші чинники: ступінь розведення маси перед машиною, швидкість прибуття маси на сітку, характеристики паперової маси, товщина що одержується, температура маси, конструкція сіткового столу і стан його складових елементів, рН середовища, хімічні добавки тощо.

Якщо концентрація маси збільшується то прямопропорційно починає збільшуватись довжина волокна що збільшує можливість утворення пластівців. Всі ці фактори негативно позначаються на якості продукту, його фізико-механічних властивостях та ін. показниках.

Від ступеня млива та виду продукції концентрація маси яка буде надходити на сітку може змінюватись, від 0,1 до 1,2 %.

Целюлоза з хвойних порід має більшу схильність до утворення пластівців за рахунок довших волокон в порівнянні з листяними породами, або ж з волокнами деревної маси, макулатурної маси чи однорічних рослин. Для поліпшення структури полотна використовують добавку напівфабрикатів з хвойної целюлози що мають меншу довжину волокна.

Процес деаерації маси перед відливанням підвищує швидкість зневоднення, поліпшує просвіт та ступінь вартості готової продукції.

Процес деаерації необхідний тому що в паперовій масі наявне повітря яке сприяє утворенню пластівців маси, бо на розділі фаз повітря діють сили поверхневого натягу, через які волокна скупчуються навколо бульбашки та утворюють флокули.[5]

					Пояснювальна записка	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На якість паперу має вплив співвідношення швидкості надходження маси на сітку до швидкості руху сітки. Якщо швидкість сітки більша за швидкість маси, то в результаті волокна швидко підхоплюватимуться сіткою та будуть орієнтуватися переважно у машинному напрямку, та спричинить анізотропію властивостей. Якщо швидкість сітки буде значно меншою за швидкість маси, то будуть утворені поперечні смуги та напливи, потоки будуть перехрещуватись. Для цього підтримують співвідношення між швидкостями маси та сітки близько 0,9 – 0,98.

Щоб підвищити швидкість зневоднення маси потрібно підвищити температуру маси, яка зазвичай тримається на рівні 50 °С.

Також на процес зневоднення флокулянти – хімікати, які вводяться в масу[5].

2.3.3 Пресування паперового полотна

Паперове вологе та неміцне полотно отримане в формуючій частині машини має сухість біля 8 – 25 %. Щоб зневоднити його більше полотно відправляють до пресової частини, в якій між валами пресів через тиск що діє на паперове полотно сухість підвищується біля 35 – 50%.

Через механічне віджимання та відсмоктування вологи відбувається процес видалення води (зневоднення) з паперового полотна, яке надійшло до пресової частини. Волокна між собою зближуються та утворюють зв'язки, які і визначають основні властивості паперу.

На вовняному сукні, що оберігає полотно від руйнування, здійснюється процес пресування. Віджату вологу пропускають та транспортують паперове полотно по пресам а після чого направляють до сушильних циліндрів.

Звичайно на машині встановлено 2-3 мокрих преси. Їх поділяють за кількістю валів на двовальні або тривальні (здвоєні). Двовальні преси бувають прямі, зворотні і згладжуючі (офсетні) [5].

При підвищенні тиску збільшується щільність, сухість, механічна

					Пояснювальна записка	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

міцність, знижується пористість.

При збільшенні швидкості машини, процес видалення води з полотна стає гіршим, тому що буде зменшено час пресування. Швидкість машини залежить від композиції і ступеня млива маси.

Вода легше видаляється на пресах в результаті підвищення температури, тому що знижується в'язкість та поверхневий натяг води. У результаті підвищення температури полотна при пресуванні буде збільшуватись його маркування тканиною полотна.

2.3.4 Сушіння паперового полотна

Сушка паперового полотна здійснюється на поверхні сушильного циліндра. Сушильний циліндр папероробної машини виконує чотири основні функції:

- 1) разом з пресовими валами утворює одну або дві зони пресування;
- 2) служить несучою поверхнею паперового полотна при його сушінні;
- 3) передає більшу частину теплового навантаження, необхідного для випаровування води з паперового полотна;
- 4) служить опорною поверхнею листа при його крепуванні.

Від кількості водневих зв'язків залежить міцність та щільність паперового полотна. При видаленні води з полотна у подальшому починають зближуватись волокна через поверхневий натяг та утворюються міжмолекулярні водневі зв'язки. Температурний режим сушіння впливає на властивості паперу. В процесі сушіння також набуває завершення процес проклейки паперу який відбувається за допомогою проклеювальних речовин які гідрофобізуються.

Кожен із послідовно застосованих методів для видалення води з паперового полотна повинен надавати максимальний вплив, який може витримати структура листа та який не погіршує основні показники властивостей паперу, що виготовляється.

					Пояснювальна записка	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На сітковому столі видаляється від 96% до 97,5% води від загальної кількості, а в сушильній частині в свою чергу видаляється біля 1,5% води.

В сушильній частині методом випаровування видаляють ту вологу, яка методами механічного впливу не вдалось видалити.

Найбільш поширеним методом сушіння є контактний, тепло передається від поверхні сушильних циліндрів, які нагрівають зсередини паром.

Щоб збільшити інтенсивність сушіння паперового полотна та кращої регуляції вологи з контактним сушінням може бути використане конвективне.

Всі методи сушіння є максимально ефективними разом з контактним сушінням.

Серед найважливіших чинників що мають вплив на процес сушіння виділяють:

- температура поверхні сушильних циліндрів;
- швидкість машини;
- загальний коефіцієнт теплопередачі від пари до висушуваного полотна, властивості полотна;
- композиція і ступінь млива волокна;
- конструктивні особливості сушильної частини машини і її стан, вид сукон або сіток, їхній натяг, вологість, температура.

Вплив процесу сушіння на властивості паперу

З збільшенням видалення вологи з полотна та при сухості 60-70% відбувається усадка паперового полотна у всіх напрямках через поверхневий натяг води, яка випаровується. Завдяки силам волокна зближуються, упорядковуються ОН — групи на поверхні волокон та утворюється міжволоконний водневий зв'язок.

Ступінь усадки залежить від виду волокна та температурного режиму сушіння. Показники: від 40% до 55% від товщини у вологому стані перед

					Пояснювальна записка	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

сушінням, по ширині від 2% до 12%. Більший ступінь усадки буде мати паперове полотно що було виготовлено з еластичних волокон та з маси жирного млива, менший – з відносно жорстких волокон деревної маси, макулатури та інших з слаборозроблених грубих волокон.

Усадка зменшується з підвищенням температури у процесі сушіння, бо зменшується поверхневий натяг, який дозволяє зближуватись волокнам, тривалість дії яких зменшується, через інтенсивне випаровування вологи розпускається його структура. Тому для міцної та замкнутої структури процес сушіння повинен відбуватись повільно при невисоких температурах, а при пористості з високим ступенем фільтрації та усмоктувальної здатності, з малим ступенем усадки – швидко та при підвищених температурах.

					Пояснювальна записка	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.3.5 Особливості паперу санітарно-гігієнічного призначення

Відповідно до сучасних уявлень папір є капілярно-пористим матеріалом, що має вигляд листа і складається з спеціально оброблених волокон різного походження (рослинних, штучних або синтетичних), а в деяких випадках та інших допоміжних речовин (наповнювачів, барвників, поверхнево-активних речовин, смол тощо). Відповідним вибором композиційного складу, режимів розмелювання, відливу, сушіння та обробки надаються паперу різні фізико-механічні та споживчі властивості. При цьому на фізико-механічні властивості паперу, у тому числі і санітарно-побутового призначення, вирішальний вплив має його структура.

Особливості структури паперу визначаються насамперед її капілярно-пористою будовою, що обумовлює такі властивості паперу, як проникність для рідин і газу, поглинання, гігроскопічність, деформацію при порівняно невеликих коливаннях вологості, незворотність зміни властивостей при великих механічних впливах. Папір відрізняється неоднорідним складом структурних елементів, що визначається складною вихідною волокнистою композицією, що включає різні види волокон різної довжини, форми та обробки, а також допоміжні речовини.

Структура паперу характеризується різноманіттям типів взаємодії компонентів, що визначає наявність зв'язків, що виникають між ними у процесі виготовлення паперового листа. Зазначена взаємодія багато в чому обумовлює механічні та деформаційні властивості паперового листа. Паперові є притаманна анізотропія розподілу, орієнтації та взаємодії структурних елементів в обсязі аркуша, пов'язана з особливостями технології та обладнання.

При розгляді структури паперу слід розрізняти мікро- та макроструктуру паперового листа. Під мікроструктурою паперу (або просто структурою) розуміють особливості будови елементів композиції паперу, у тому числі надмолекулярну структуру волокна та характер зв'язків вихідних компонентів структури паперу, тобто їх структурні властивості.

					Пояснювальна записка	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

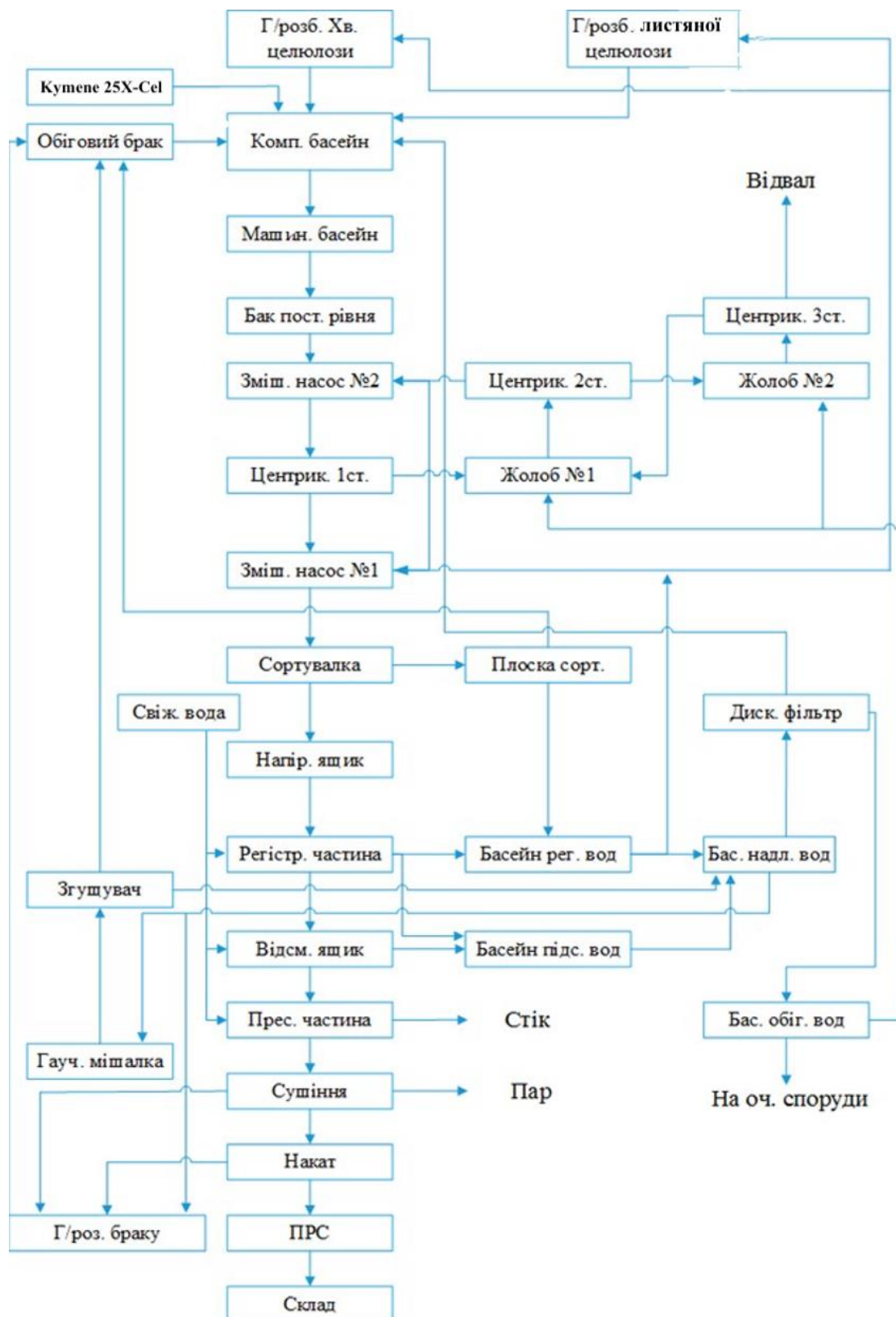
Мікроструктуру паперу вивчають за допомогою спеціальних методів та приладів: оптичного або електронного мікроскопів, рентгеноструктурного аналізу та ін. Мікроструктура значною мірою зумовлює міцнісні, деформаційні та інші властивості паперу. Разом з хімічними властивостями волокон мікроструктура визначає процеси змочування, адсорбції, поглинання, набухання, фарбування, адгезії, що мають місце при виготовленні, переробці та застосуванні паперової продукції.

Структура паперу санітарно-побутового призначення повинна мати певну міцність. При цьому важливу роль відіграє її однорідність, гнучкість та еластичність. Анізотропія паперового полотна залежить в основному від типу формуючого пристрою, гнучкість та еластичність волокон залежить від їх виду та режиму підготовки. Цим і пояснюється той факт, що при виробництві санітарно-побутових видів паперу використовуються слабозмелені деревні волокна з мінімальною кількістю зв'язків на одиницю довжини волокна. Незважаючи на численні дослідження, присвячені вивченню характеру зв'язків та сил зчеплення між волокнами, ці проблеми досі вивчені не повністю, досі не отримано вичерпних відповідей на механізм зв'язків деревних волокон у паперовому аркуші.

					Пояснювальна записка	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

З ВИЗНАЧЕННЯ ПОТРЕБИ В СИРОВИННИХ РЕСУРСАХ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ПАПЕРУ

3.1 Блок-схема балансу води і волокна



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Пояснювальна записка

Арк.

28

3.2 Вихідні дані для розрахунку матеріального балансу

В табл. 3.2.1 наведені дані для розрахунку матеріального балансу води і волокна.

Таблиця 3.2.1 – Дані для розрахунку матеріального балансу води і волокна

Найменування статей	Вихідні дані		
	Джерело [1]	Джерело [2]	Приймаємо до розрахунку
1. Масова частка волокна на різних стадіях виробництва, %			
На накаті	96,0	96,0	96,0
Після пресів	46,0	46,0	50,0
Після гауч-вала	17,9	18,0	22,0
Після відсмоктувальних ящиків	11,4	11,5	11,5
Після реєстрової частини	5,5	5,5	5,5
В напірному ящику	0,6	0,55	0,60
В баці постійного рівня	3,5	3,5	3,50
В композиційному басейні	3,5	3,5	3,50
В машинному басейні	3,5	3,5	3,50
В басейні оборотного браку	3,5	3,5	3,50
Скоп після дискового фільтра	3,5	3,5	3,50
Згущувач	3,5	3,5	3,50
Гідророзбивач сухого браку	3,5	3,5	3,50
Гідророзбивач хвойної целюлози	3,5	3,5	3,50
Гідророзбивач листяної целюлози	3,5	3,5	3,50
Гауч-мішалка	0,7-0,8	0,8	0,80
Басейн оборотного браку	3,5	3,5	3,50
Після селективфайера	0,6	0,5-0,6	0,60
Після змішувального насоса №1	0,61	0,6	0,61
Після змішувального насоса №2	0,73	0,73	0,73
Після центриклинерів 1 ступеня	0,6-0,7	0,6-0,7	0,70
Після центриклинерів 2 ступеня	0,44	0,4	0,40
2. Масова частка волокна у відхідних водах, %			
Регістрова вода	0,18-0,20	0,18	0,18
Підсіткові води	0,005	0,005	0,005
Відсмоктувальних ящиків	0,1	0,1	0,1
Пресові води	0,1	0,1	0,10
Від промивання сітки	0,004	0,004	0,004
Від промивання сукон	0,001	0,001	0,001
Прояснен. вод після дискового фільтра	0,001	0,001	0,001

					Пояснювальна записка	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

Продовження таблиці 3.2.1 – Дані для розрахунку матеріального балансу
води і волокна

Найменування статей	Вихідні дані		
	Джерело [1]	Джерело [2]	Приймаємо до розрахунку
В басейні надлишкових вод	0,20	0,20	0,20
Від плоскої сортувалки	0,18	0,18	0,18
Згущувача	0,04	0,04-0,05	0,04
Свіжа вода на промивання сіток	14800	14800	14800,0
Свіжа вода на спорски і відсічки відсмоктувальних ящиків	9000-10000	9000-10000	9350,0
Свіжа вода на промивання сукон	7000	7000	7000,0
Свіжа вода на відсічки на гауч-валі	2000	2000	2000,0
Надлишкова вода на сортувалку	850	850	850,0
4. Витрата хімікатів, л/т паперу			
5.Кількість браку , % від маси паперу			
В процесі оброблення паперу	2,0-2,5	2,0-2,5	2,0
На накаті	3,0	3,0	3,0
В процесі сушіння паперу	2,0	2,0	2,0
Мокрий брак	3,0	3,0	3,0
Після гауч-валу	2,0-2,5	2,0	2,0
6.Композиція паперу, %			
Целюлоза хвойна вибілена	50,0-60,0	50,0-60,0	60,0
Целюлоза листяна вибілена	40,0-50,0	40,0-50,0	40,0
7.Масова доля відходів сортування, %			
Відходи селективфайєра	1,0-1,5	1,5	1,5
Центриклинєрів 1 ступєня	1,2	1,0-1,5	1,2
Центриклинєрів 2 ступєня	0,7	0,7	0,7
Центриклинєрів 3 ступєня	0,6-0,7	0,6-0,7	0,67
Відходи плоскої сортувалки	4,0	4,0	4,0
8.Сухість початкових напівфабрикатів %			
Хвойна целюлоза	80,0-90,0	80,0-90,0	88,0
Листяна целюлоза	88,0	88,0	88,0
9.Масова частка відходів сортування, % (кг/т)			
Цетриклинєри I ступєня	5,0	5,0	5,0 %
Цетриклинєри 3 ступєня	1	1	1,0 кг
Селективфайєр	1-2	1-2	1 %

					Пояснювальна записка	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.3 Розрахунок матеріального балансу

Розрахунок матеріального балансу води і волокна проводимо, прив'язуючись до блоків і водопотоків згідно блок-схеми, наведеної на рис. 3.1.

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

Отже, в ньому міститься: абсолютно-сухого волокна $1000 \cdot 0,96 = 960$ кг,

води $1000 - 960 = 40$ кг.

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

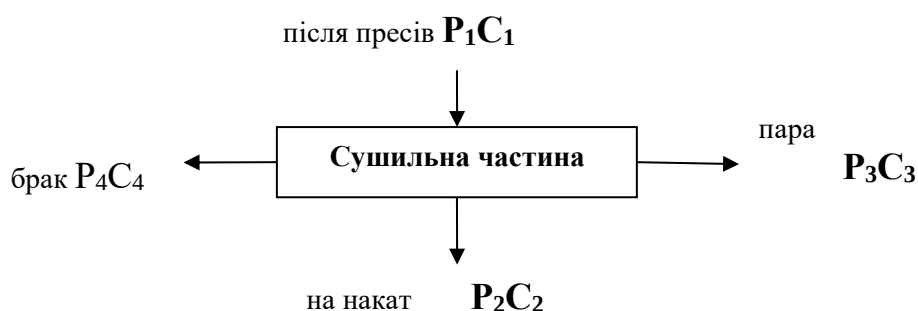
абсолютно-сухого волокна $1020 \cdot 0,96 = 979,2$ кг, води $1020,0 - 979,2 = 20,8$ кг.

Накат З урахуванням 3% браку, що утворюється під час намотування паперу ($1000 \cdot 0,03 = 30$ кг) та надходить до гідророзбивача сухого браку, на накат повинно надійти $1020 + 30 = 1050$ кг п/с паперу.

З урахуванням вологи, в папері, що проходить через накат, міститься: абсолютно-сухого волокна $1050 \cdot 0,96 = 1008$ кг, води $1050 - 1008 = 42$ кг.

Сушильна частина

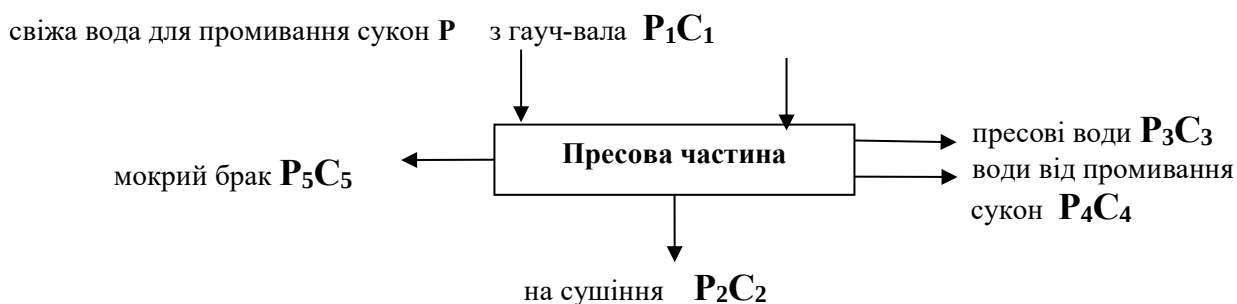
Для визначення кількості маси, що поступає в сушильну частину та кількості води, що випаровується в процесі сушіння паперу, складемо схему потоків в процесі сушіння:



					Пояснювальна записка	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

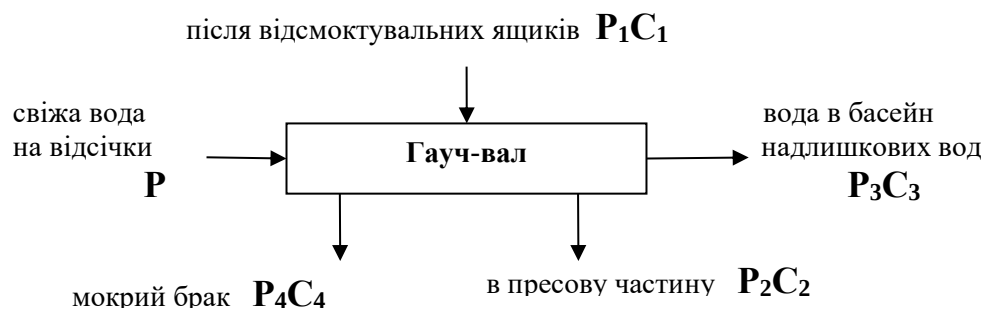
	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після пресів	2233,04	46,0	1027,20	1205,84
Надійшло (всього)	2233,04		1027,20	1205,84
На накат	1050,00	96,0	1008,00	42,00
Втрати пари	1163,04	0,0	0,00	1163,04
В гідророзбивач сухого браку	20,00	96,0	19,20	0,8
Відходить (всього)	2233,04		1027,20	1205,84

Пресова частина



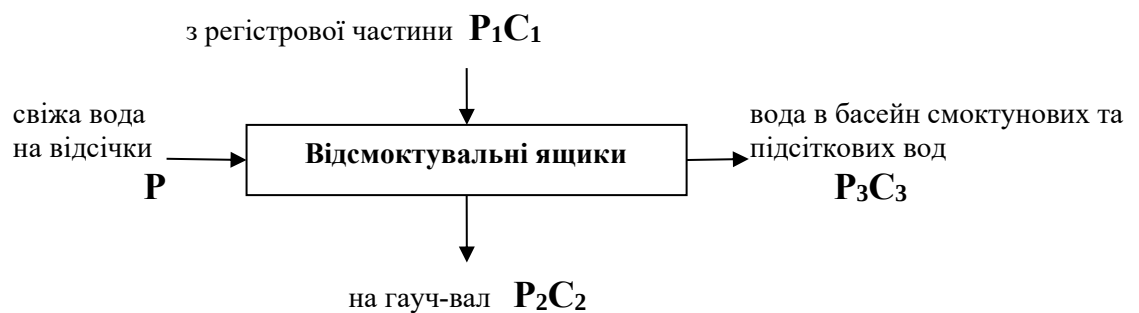
	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після гауч-вала	5803,39	20,0	1044,61	4758,78
Свіжа вода для промивання сукон	7000,00	0,0	0,00	7000,00
Надійшло (всього)	12803,39		1044,61	11758,78
На сушіння	2233,04	46	1027,20	1205,84
Пресові води	3540,35	0,10	3,54	3536,81
Води від промивання сукон	7000,00	0,001	0,07	6999,93
На гауч-мішалку	30,00	46,0	13,80	16,20
Відходить (всього)	12803,39		1044,61	11758,78

Гауч-вал



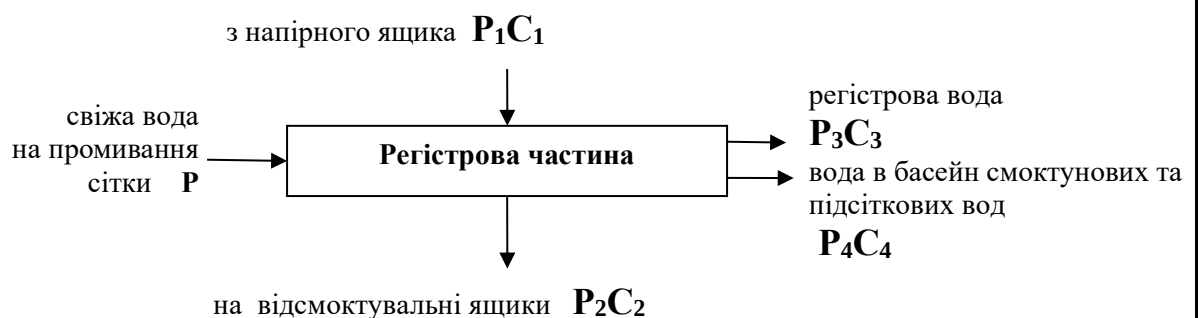
	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після відсмоктувальних ящиків	9117,17	11,5	1048,48	8068,70
Свіжа вода на відсічки	2000,00	0,0	0,00	2000,00
Надійшло (всього)	11117,17		1048,48	10068,70
У пресову частину	5803,39	18,0	1044,61	4758,78
Води з гауч-вала	5293,78	0,005	0,26	5293,52
На гауч-мішалку	20,0	18,0	3,60	16,40
Відходить (всього)	11117,17		1048,47	10068,70

Відсмоктувальні ящики



	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після реєстрової частини	19420,52	5,5	1068,13	18352,39
Свіжа вода на відсічки	9350,00	0,0	0,00	9350,00
Надійшло (всього)	28770,52		1068,13	27702,39
На гауч-вал	9117,17	11,5	1048,48	8068,70
В басейн смоктунових та підсіткових вод	19653,34	0,1	19,65	19633,69
Відходить (всього)	28770,52		1068,13	27702,39

Реєстрова частина



					Пояснювальна записка	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після напірного ящика	246133,79	0,60	1476,82	244656,97
Свіжа вода на промивання сітки	14800,00	0,0	0,0	14800,00
Надійшло (всього)	260933,79		1476,82	259456,97
На відсмоктувальні ящики	19420,52	5,5	1068,13	18352,39
Регістрові води	226713,64	0,18	408,08	226305,55
В басейн смоктунових та підсіткових вод	14800,00	0,0040	0,59	14799,41
Відходить (всього)	260934,15		1476,8	259457,35

Напірний ящик

із селективфайєра P_1C_1



в реєстрову частину P_2C_2

Селективфайєр

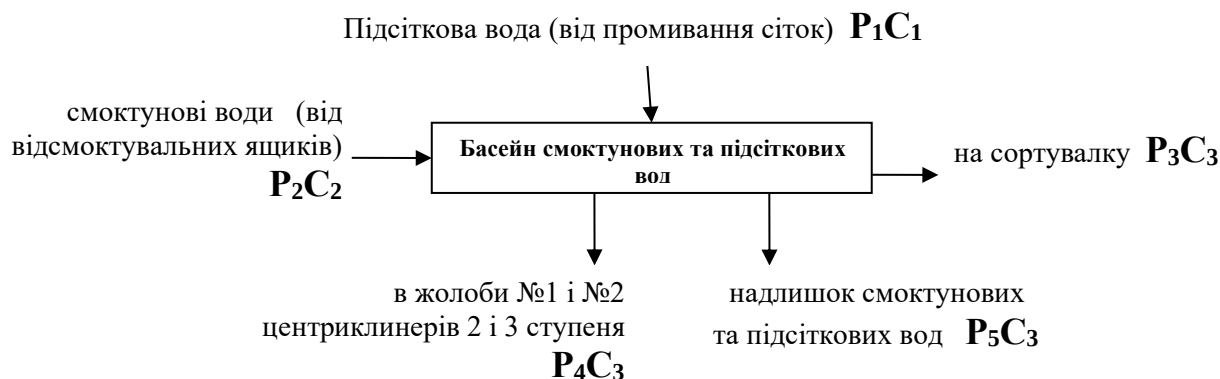
із змішувального насоса №1 P_1C_1



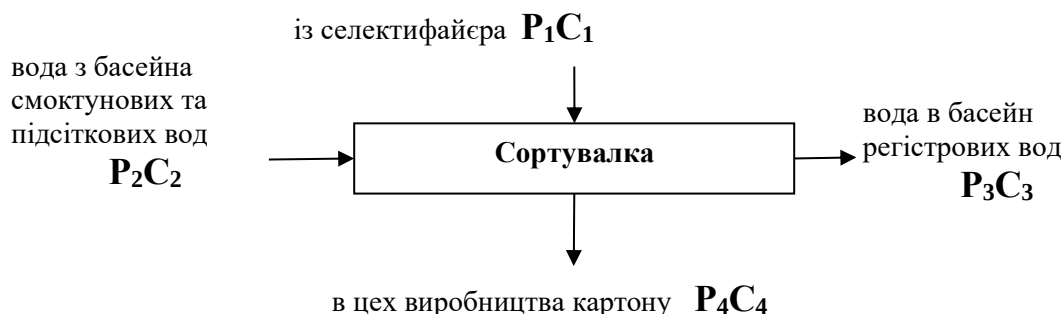
в напірний ящик P_2C_2

	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після змішувального насоса №1	248620,36	0,6089	1514,10	247106,26
Надійшло (всього)	248620,36		1514,10	247106,26
На напірний ящик	246134,15	0,6	1476,80	244657,35
На плоску сортувалку	2486,20	1,5	37,29	2448,91
Відходить (всього)	248620,36		1514,10	247106,26

Басейн смоктунових та підсіткових вод

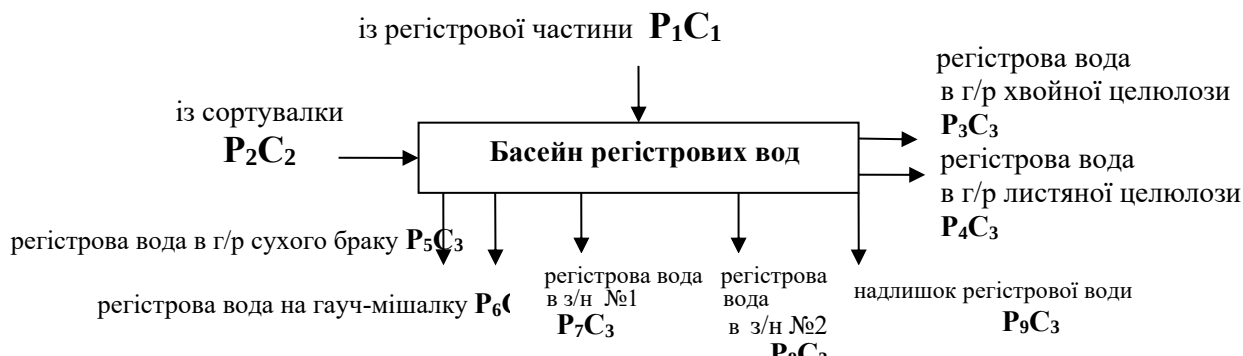


Сортувалка



	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
З басейна смоктунових та підсіткових вод	850,00	0,059	0,5	849,50
Після селективфайера	2486,20	1,5	37,29	2448,91
Надійшло (всього)	3336,20		37,79	3298,41
В басейн реєстрових вод	2504,07	0,18	4,51	2499,57
В цех виробництва картону	832,13	4,0	32,29	798,84
Відходить (всього)	3336,20		37,79	3298,41

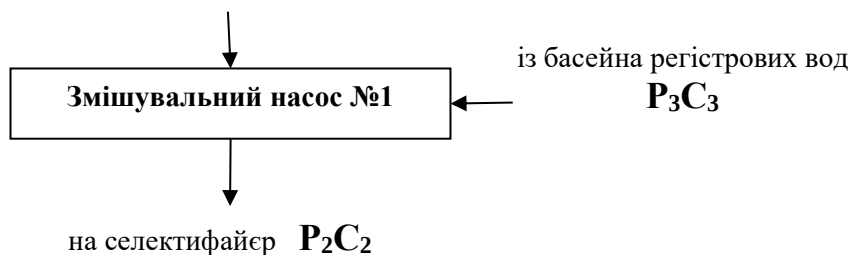
Басейн реєстрових вод



					Пояснювальна записка	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Змішувальний насос №1

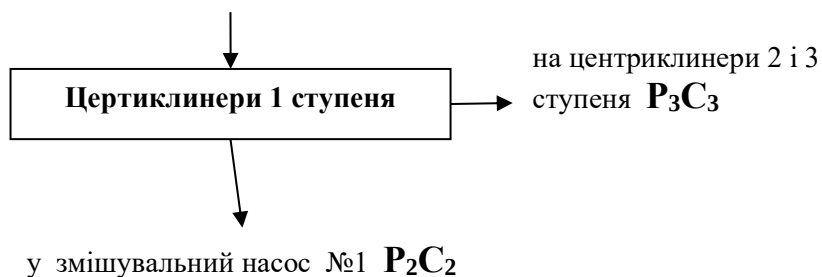
від центриклинерів 1 ступеня P_1C_1



	Маса, кг	Конц., %	Волокн, кг	Вода, кг
Регістова вода	43508,56	0,18	78,32	43430,25
Після центриклинерів 1 ступеня	205111,80	0,7	1435,78	203676,01
Надійшло (всього)	248620,36		1514,10	247106,26
На селективайсер	248620,36	0,6089	1514,10	247106,26
Відходить (всього)	248620,36		1514,10	247106,26

Центриклинери 1 ступеня

із змішувального насоса №2 P_1C_1



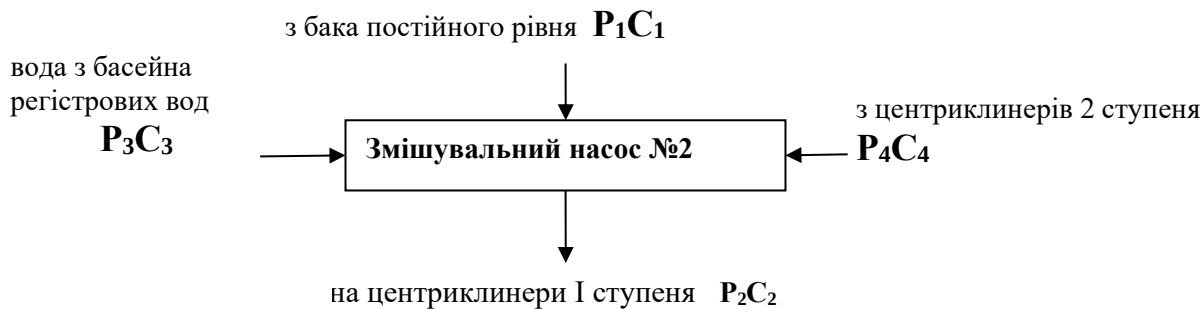
	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після змішувального насоса №2	218204,04	0,73	1592,89	216611,15
Надійшло (всього)	218131,04		1592,89	216611,15
У змішувальний насос №1	205111,80	0,7	1435,78	203676,01
На центриклинери 2 і 3 ступеня	13092,24	1,2	157,11	12935,14
Відходить (всього)	218204,04		1592,89	216611,15

Центриклинери 2 і 3 ступеня



	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після центриклинерів 1 ступеня	13092,24	1,20	157,11	12935,14
Вода з басейну смоктунових та підсіткових в жолоб №1 і №2	30574,80	0,059	17,97	30556,83
Надійшло (всього)	43667,04		175,07	43491,96
У змішувальний насос №2	43505,46	0,4	175,07	43491,97
Відходи у відвал	150,00	0,67	1,01	148,99
Відходить (всього)	43667,04		175,07	43491,96

Змішувальний насос № 2



	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Регістова вода	141422,40	0,18	254,56	141167,84
З центриклинерів 2 ступеня	43517,04	0,4	174,07	43342,97
З бака постійного рівня	33264,60	3,5	1164,26	32100,34
Надійшло (всього)	218204,04		1592,89	216611,15
На центриклинери 1 ступеня	218204,04	0,73	1592,89	216611,15
Відходить (всього)	218204,04		1592,89	216611,15

Бак постійного рівня

з машинного басейна P_1C_1



в змішувальний насос №2 P_2C_2

Машинний басейн

з композиційного басейна P_1C_1

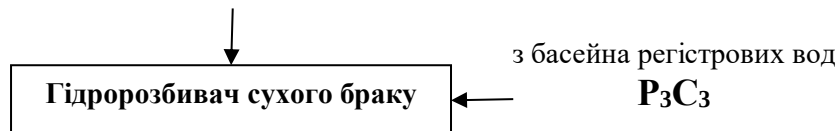


в бак постійного рівня P_2C_2

Розрахунок блоків перероблення сухого та мокрого браку.

Гідророзбивач сухого браку

відходи з ПРВ, сушильної частини, накату P_1C_1

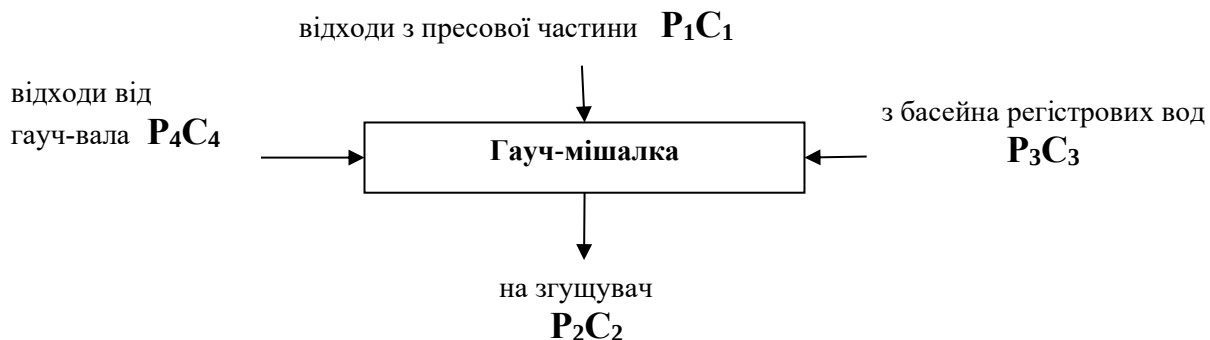


в басейн оборотного браку

P_2C_2

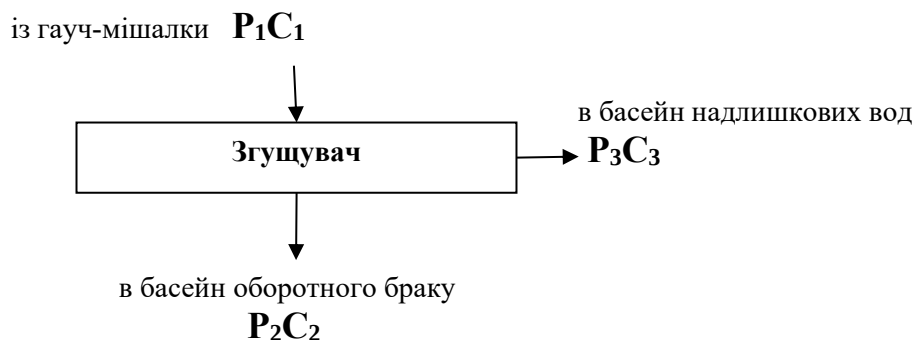
	Маса, кг	Концентрація , %	Волокно, кг	Вода, кг
З ПРВ	20,00	96,0	19,20	0,80
З накату	30,00	96,0	28,20	1,20
З сушильної частини	20,00	96,0	19,20	0,80
З басейну реєстрових вод	1950,30	0,18	3,51	1946,79
Надійшло (всього)	2020,30		70,71	1949,59
В басейн оборотного браку	2020,30	3,5	70,71	1949,59
Відходить (всього)	2020,30		70,71	1949,59

Гауч-мішалка



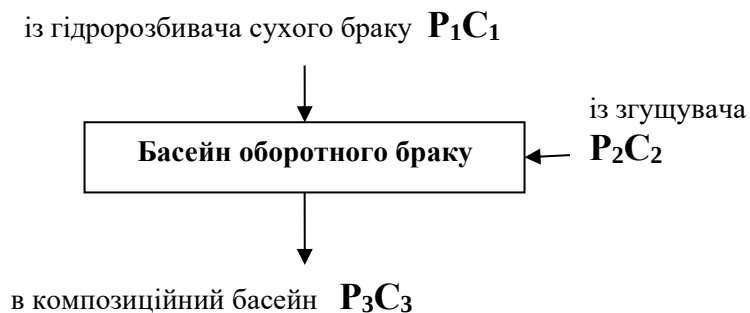
	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
З пресової частини	30,00	46,00	13,80	16,20
З гауч-вала	20,00	18,00	3,60	16,40
З басейну реєстрових вод	2791,94	0,18	4,94	2737,00
Надійшло (всього)	2791,94		22,34	2769,60
На згущувач	2791,94	0,8	22,34	2769,60
Вiдходить (всього)	2791,94		22,34	2769,60

Згущувач



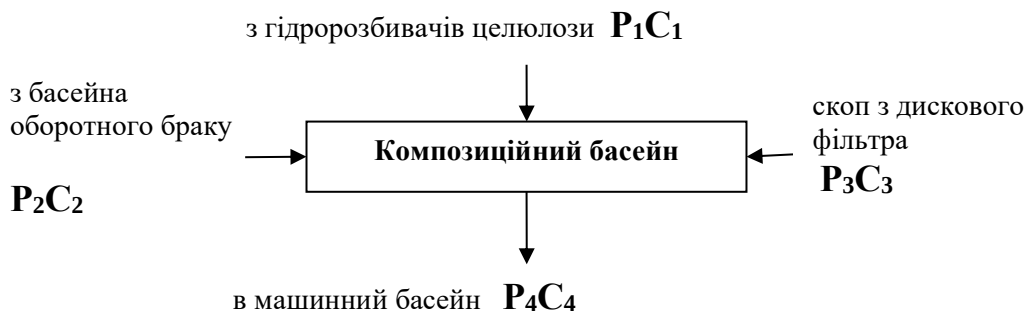
	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після гауч-мішалки	2389,42	0,8	19,12	2370,30
Надійшло (всього)	2389,42		19,12	2370,30
В басейн оборотного браку	524,84	3,5	18,37	506,47
В басейн надлишкових вод	1864,57	0,04	0,77	1863,83
Вiдходить (всього)	2389,42		19,12	2370,30

Басейн оборотного браку



	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
З гідророзбивача сухого браку	2020,30	3,5	70,71	1949,59
З гауч-мішалки	613,26	3,5	21,46	591,79
Надійшло (всього)	2633,56		92,17	2541,38
В композиційний басейн	2633,56	3,5	92,17	2541,38
Відходить (всього)	2633,56		92,17	2541,38

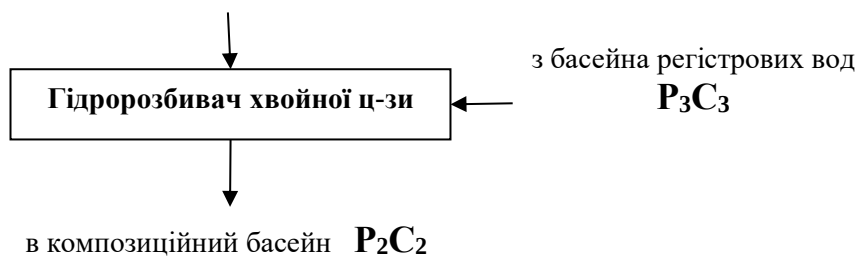
Композиційний басейн



	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Із гідророзбивача хвойної целюлози	18207,20	3,5	637,25	17569,95
Із гідророзбивача листяної целюлози	12138,13	3,5	424,83	11713,30
Із басейна оборотного браку	2633,56	12138,133,5	92,17	2541,38
Скоп з дискового фільтра	285,71	3,5	10,00	275,71
Надійшло (всього)	33264,60		1164,26	32100,34
В машинний басейн	33264,60	3,5	1164,26	32100,34
Відходить (всього)	33264,60		1164,26	32100,34

Гідророзбивач хвойної целюлози

хвойна целюлоза (зі складу) P_1C_1



	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Хвойна целюлоза зі складу	688,32	88,00	605,72	82,60
Вода з басейну регістрових вод	17518,88	0,18	31,53	17487,35
Надійшло (всього)	18207,20		637,25	17569,94
В композиційний басейн	18207,20	3,5	637,25	17569,94
Відходить (всього)	18207,20		637,25	17569,94

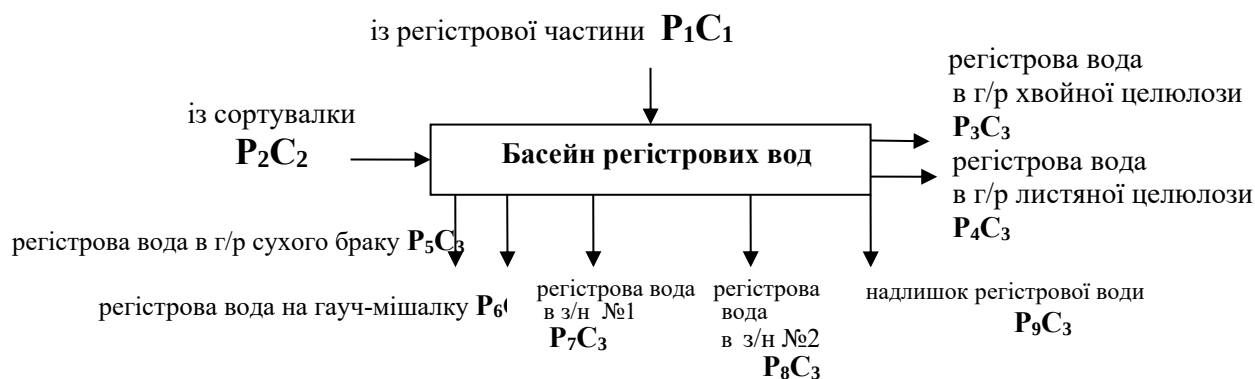
Гідророзбивач листяної целюлози

листяна целюлоза (зі складу) P_1C_1



	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Листяна целюлоза зі складу	458,88	88,0	403,81	55,07
Вода з басейну регістрових вод	11679,25	0,18	21,02	11658,23
Надійшло (всього)	12138,13		424,83	17569,94
В композиційний басейн	12138,13	3,5	424,83	17569,94
Відходить (всього)	12138,13		424,83	17569,94

Басейн реєстрових вод



	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
З реєстрової частини	226713,64	0,18	408,08	226305,55
Від плоскої сортувалки	2504,07	0,18	4,51	2499,57
Надійшло (всього)	229217,71		412,59	228805,12
На змішувальний насос №1	43508,56	0,18	78,32	43430,25
На змішувальний насос №2	141422,40	0,18	254,56	141167,84
На гідророзбивач листяної целюлози	11679,25	0,18	21,02	11658,23
На гідророзбивач хвойної целюлози	17518,88	0,18	31,53	17287,35
На гідророзбивач сухого браку	1950,30	0,18	3,51	1946,79
На гауч-мішалку	2741,94	0,18	4,94	2737,00
В басейн надлишкових вод	10396,38	0,18	18,71	10377,67
Відходить (всього)	229217,71		412,59	228805,12

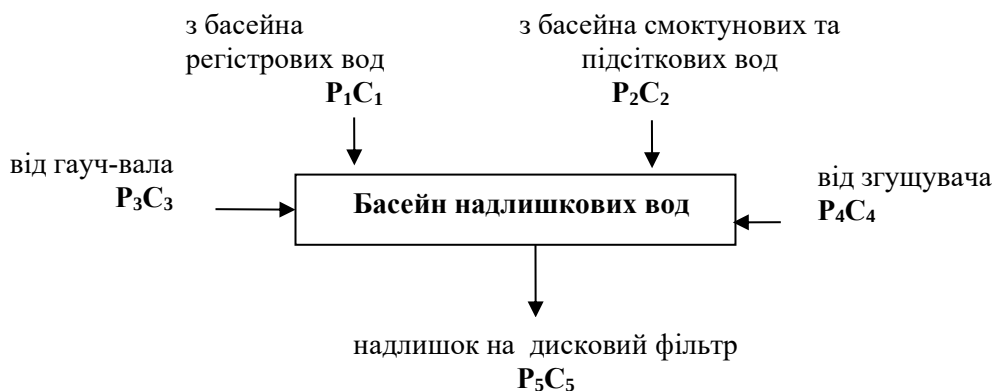
Перед визначенням загального надлишку води, який збирається в басейні надлишкових вод, необхідно також визначитися із надлишком води в басейні смоктунових та підсіткових вод.

Басейн смоктунових та підсіткових вод



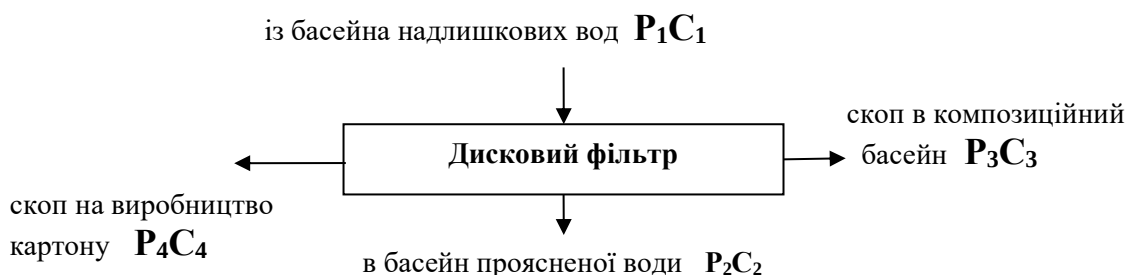
	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після промивання сіток	15000,00	0,004	0,60	14999,40
Від відсмоктувальних ящиків	19653,34	0,1	19,56	19633,69
Надійшло (всього)	34453,34		20,25	34433,10
На сортувалку	850,00	0,059	0,50	849,50
В жолоби №1 і №2	30574,80	0,059	17,97	30556,83
В басейн надлишкових вод	3028,55	0,059	1,78	3026,77
Відходить (всього)	34453,34		20,25	34433,10

Басейн надлишкових вод



	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
З басейна реєстрових вод	10396,38	0,18	2,70	1532,33
З басейна смоктунових та підсіткових вод	3028,55	0,059	8,59	12845,25
З гауч-вала	5293,78	0,005	0,26	5293,52
Від згущувача	2178,68	0,04	0,87	2177,81
Надійшло (всього)	20897,39		21,63	20875,76
На дисковий фільтр	20897,39	0,1035	21,63	20875,76
Відходить (всього)	20897,39		21,63	20875,76

Дисковий фільтр



	Маса, кг	Концентрація , %	Волокно, кг	Вода, кг
З басейну надлишкових вод	20897,39	0,1035	21,63	20875,76
Надійшло (всього)	20897,39		21,63	20875,76
Скоп в композиційний басейн	285,71	3,50	10,00	275,71
Скоп на виробництво картону	326,47	3,50	11,43	315,04
В басейн освітлених вод	20285,20	0,001	0,20	20285,00
Відходить (всього)	20897,39		21,63	20875,76

Басейн прояснених вод

з дискового фільтра P_1C_1



Басейн проясненої води



надлишкова прояснена вода P_2C_2

	Маса, кг	Концентрація , %	Волокно, кг	Вода, кг
Після дискового фільтра	20285,20	0,001	0,20	20285,00
Надійшло (всього)	20285,20		0,20	20285,00
На очисні споруди	20285,20	0,001	0,20	20285,00
Відходить (всього)	20285,20		0,20	20285,00

Таблиця 3.2.2 – Результати зведеного балансу води і волокна

Волокно (абс.сух.), кг	Надходження	Витрата
Хвойна целюлоза (вибілена)	608,72	
Листяна целюлоза (вибілена)	403,81	
Всього:	1009,53	
Готова продукція		960,00
Відходи центриклинерів 3 ступеня		1,01
З пресовими водами		3,54
З водою після промивання сукон		0,07
З надлишковими водами		0,20
Скоп на виробництво паперу		11,43
Відходи сортувалки (в цех виробництва паперу)		33,29
Всього:		1009,53
Вода, кг	Надходження	Витрата
З хвойною целюлозою	82,60	
З листяною целюлозою	55,07	
Свіжа вода на промивання сіток	14 800,00	
Свіжа вода на відсічки відсмоктуючих ящиків	9 350,00	
Свіжа вода на промивання сукна	7 000,00	
Свіжа вода на відсічки в гаучі	2 000,00	
Всього:	33 287,66	
З готовою продукцією		40,00
З парою в процесі сушіння		1163,04
З відходами центриклинерів 3 ступеня		149,00
З пресовими водами		3536,81
Вода після промивання сукон		6999,93
Надлишкові води		20285,00
Зі скопом на виробництво паперу		315,04
З відходами сортувалки (в цех виробництва паперу)		798,84
Всього:		33 287,66

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

					Пояснювальна записка	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$1009,53 - 960,0 = 49,53 \text{ кг.}$$

В такому випадку вимої волокна (BB) становлять:

$$BB = \frac{49,53 \cdot 100}{1009,53} = 4,9\%.$$

Якщо врахувати, що відходи центриклинерів 3 ступеня не відносяться до волокна, а відходи сортувалки та надлишки скопу будуть використані (в якості волокна) в межах комбінату (фабрики), наприклад в цеху виробництва картону, то величина безповоротних втрат волокна може бути зменшена, а саме: $1009,53 - 960 - 1,01 - 33,29 - 11,43 = 3,8 \text{ кг.}$

В цьому випадку вимої волокна (BB) становлять:

$$BB = \frac{3,8 \cdot 100}{1009,53} = 0,38\%.$$

3.4 Тепловий баланс

Таблиця 3.4.1 – Вихідні дані для розрахунку теплового балансу

Вихідні дані		
Продуктивність, кг/год	$G =$	4945,02
Початкова вологість матеріалу, %	$W_1 =$	46
Кінцева вологість матеріалу, %	$W_2 =$	4
Початкова температура матеріалу, °C	$t_1 =$	20
Початкова температура повітря, °C	$\theta_1 =$	18
Початкова вологість повітря	$F_1 =$	0,4
Кінцева температура повітря, °C	$\theta_4 =$	60
Кінцева вологість повітря	$F_2 =$	0,84
Температура повітря після теплообмінника, °C	$\theta_2 =$	30
Температура гріючої пари, °C	$\theta_{\text{пар}} =$	133

Таблиця 3.4.2 – Витрати та надходження тепла

Тепловий баланс сушіння		
Статті надходження/витрати тепла		Кдж/год
Надходження тепла		
1. З парою, що поступає в сушильні циліндри		7667789,348
2. З парою, що поступає в калорифер		522297,6051
3. Тепло, використане в теплообміннику		270923,6271
Всього		8461010,58
Витрати тепла		
1. На підігрів матеріалу		627544,5381
2. На сушіння в 2-му, 3-му періодах		6821786,78
3. На втрати в навколишнє середовище		63446,5669
4. На втрати з невикористаним повітрям		27092,36271
5. На підігрів повітря в теплообміннику		27092,36271
6. На втрати з повітрям, що йде		650216,7049
Всього		8461010,58

Таблиця 3.4.3 – Результати розрахунку теплового балансу

Результати розрахунку		
Витрати пари в сушильній частині, кг/год	$D_1 =$	3492,677541
Витрати пари в калориферах, кг/год	$D_2 =$	237,9065246
Загальні витрати пари, кг/год	$D =$	3730,584066
Витрати пари на 1 кг матеріалу, кг/год	$D_{\text{пит}} =$	1,5088224662
Кількість повітря, що подається на сушіння, кг/год	$L =$	22442,28813
Кількість свіжого повітря, кг/год	$L_9 =$	24442,28813
Поверхня теплопередачі для підігріву на сушіння, m^2	$F_1 =$	7,711760837
Поверхня теплопередачі для сушіння, m^2	$F_{2,3} =$	104,3840016

Продовження таблиці 3.4.3 – Результати розрахунку теплового балансу

Загальна поверхня теплопередачі, м ²	F=	112,0957624
Температура повітря на вході в суш. частину, С	$\theta_3=$	53,13408885
Температура матеріалу при сушінні з пост. шв.,С	$t_2=$	60
Середн. температура матеріалу в 2,3 періодах, С	$t_4=$	78,9
Середн. температура матеріалу, С	$t_5=$	40
Температура матеріалу після сушіння, С	$t_3=$	113,55

Розрахунок конвективного сушіння паперу		
Вихідні дані		
Продуктивність, кг/год	G =	4945,02
Початкова вологість матеріалу, %	$W_1 =$	46
Кінцева вологість матеріалу, %	$W_2 =$	4
Початкова температура матеріалу, оС	$t_1 =$	20
Початкова температура повітря, оС	$\theta^1_1 =$	10
Початкова вологість повітря	$F_1 =$	0,4
Температура нагріву в калорифері	$\theta_1=$	160
Температура оточуючого середовища	$\theta_o=$	25
Поверхня сушильної камери	$F_{ск}=$	160
Матеріальний баланс сушіння		
Надходження		кг/год
1. Суха речовина		2472,51
2. Волога з сухою речовиною		2902,5117
3. Сухе повітря		75164,322
4. Волога з повітрям		234,93572
Всього		80774,279

Витрати		
1. Суха речовина		2472,51
2. Волога з сухою речовиною		103,02125
3. Сухе повітря		75164,322
4. Волога з повітрям		3034,4262
Всього		80774,279
Тепловий баланс сушіння		
Статті надходження/витрати тепла		кДж/год
Надходження тепла		
З повітрям при підігріванні в калорифері		11342310
Всього		11342310
Витрати тепла		
1. На підігрів матеріалу		313772,27
2. На сушіння в 2-му, 3-му періодах		6818087,8
3. На втрати в навколишнє середовище		2905,3322
4. На втрати з повітрям, що йде		4158846,9
Всього		11342310
Витрати повітря на сушіння, кг/год	L=	75164,322
Сумарні витрати тепла в сушильній частині, кдж/год	Q=	7183462,9
Витрати тепла на 1кг матеріалу, кДж/кг	Q _o =	2905,3322
Поверхня матеріалу для підігріву, м ²	F ₁ =	44,744709
Поверхня матеріалу для сушіння, м ²	F ₂ =	1234,043
Загальна поверхня матеріалу, м ²	F =	1278,7878
Температура пов. на виході з суш.частини, °C	θ ₃ =	65
Середня температура повітря в камері, °C	θ=	112,5
Середня температура матеріалу, °C	t ¹ =	30
Ср. температура матеріалу в 2,3 періодах, °C	t _{2,3} =	47,5
Температура матеріалу після сушіння, °C	t ₃ =	61,25

					Пояснювальна записка	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

4 ВИБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

Папероробна машина

Основним виробничим вузлом при виробництві паперу із 100% целюлози являється папероробна машина. Формувальною частиною машини являється формуючий вал з напуском маси із напірного ящика закритого типу (формування проходить між двома сітками). Марка використовуваної машини БП-83:

Характеристика машини	
Обрізна ширина	4250 мм
Продуктивність	40000 т/рік
Швидкість по приводу	1200 м/хв (20 м/с).

Виробник фірма «Фойт» (Венгрія).

$$Q_{\text{год}} = 0,06 \cdot V_{\text{н}} \cdot V \cdot g \cdot K_1 \cdot K_2 = 0,06 \cdot 4,250 \cdot 1200 \cdot 17 \cdot 0,97 \cdot 0,98 = 4945,02 \text{ кг/год}$$

$$Q_{\text{добу}} = 4945,02 \cdot 22,5 = 111263,0 \text{ кг/добу або } 111,26 \text{ т/добу}$$

$$Q_{\text{рік}} = 111,26 \cdot 345 = 38384,7 \text{ т/рік або } 40000 \text{ т/рік}$$

Сушильна частина

Контактно-конвективне сушіння паперу здійснюється на циліндрі діаметром 6000 мм, на якому установлені три шабери: відсікаючий, крепувальний, очищуючий. Крепувальний і відсікаючий шабери мають зворотно-поступальний рух, на них встановлені забірні системи видалення пилу. Робочий тиск пари – 4 кг/см².

Максимальний (допустимий) тиск в сушильному циліндрі 0,8 МПа (8 кгс/см²). Температура поверхні циліндра 130-160°C.

Для інтенсифікації процесу сушіння методом високотемпературного конвективного теплообміну над сушильним циліндром установлений ковпак швидкісного сушіння. Діаметр проточних отворів 6-8 мм, швидкість струменів 112 м/сек.

Нижче приведені деякі характеристики ковпаку швидкісного сушіння.

					Пояснювальна записка	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Повітря, що подається в ковпак швидкісного сушіння, має наступні параметри: $t=320^{\circ}\text{C}$, вологовміст $0,2 \text{ кг/кг}$, а що виходить:

- тепловміст повітря, що видаляється із першої половини ковпака – 1350 кДж/кг ;
- із другої половини ковпака – 1160 кДж/кг .

Кут захвату циліндра ковпаком складає 236° , обдуваюча довжина циліндру – $12,43 \text{ м}$.

Для забезпечення потрібного повітрообміну ковпак оснащений двома вентиляторами для циркуляційного повітря ($Q=120000 \text{ м}^3/\text{час}$, $N=239 \text{ кВт}$ при 300°C і $N=514 \text{ кВт}$ при 20°C , $p=1440 \text{ об/хв.}$) і двома вентиляторами для видалення повітря ($Q=25000 \text{ м}^3/\text{час}$, $N=14 \text{ кВт}$ при 300°C и $N=31 \text{ кВт}$ при 20°C , $p=1395 \text{ об/хв.}$).

Нагрів повітря здійснюється в 2-х поточних установках, які працюють на природному газі з теплотворною здатністю 8000 ккал/год (теплотворна здатність кожної топкової установки 4000000 ккал/год , тиск в камерах горілок (максимальний) 6000 Па). Температура циркулюючого в топковій установці повітря складає на вході – 280°C , на виході – 360°C .

Привід машини – багатодвигунний з індивідуальними резисторними перетворювачами, з автоматичним підтриманням заданої швидкості секцій на всьому робочому діапазоні від 400 до 1200 м/хв.

Гідророзбивач

Гідророзбивач марки ГРГ – 40.

Характеристики машини	
Продуктивність	40 т/добу
Об'єм ванни	15 м^3
Потужність	75 кВт
Кількість	2 шт

Повздовжньо-різальний станок

Повздовжньо-різальний станок С5 – 301 – призначений для розрізання і намотування в рулони. Обрізна ширина 4200 мм. Робоча швидкість 300-1200 м/хв. (заправочна швидкість 25 м/хв.), найбільший діаметр намотуваного рулону 1200 мм., розмотуваного – 2200 мм.

Намотування безштангове, діаметр намотуваної гільзи 90 мм; різання паперу по принципу ножиць. Кількість пар ножів – 9-11; заправка полотна – нижня, режим роботи – безперервний.

Вихрові конічні очисники типу ОМ-01

Використовується для грубого очищення маси з метою видалення із целюлозної маси частинок з високою питомою масою, таких як металеві джгути, пісок та ін.

Вихрові конічні очисники типу ОМ-01:

Діаметр очисника	140 мм
Пропускна здатність	670 л/хв
Ступінь очистки металевих частин розміром більше 3мм	не менше 80%
Маса	0,33 т
Габаритні розміри	
Довжина	1,02 м
Ширина	0,94 м
Висота	2,66 м

Схемою передбачено чотири очисника маси ОМ – 01.

Вертикальна сортувалка

Передбачено вертикальну сортувалку моделі S – 31 "Фойт"

Площа сита	1,6 м ²
Продуктивність	4 – 110 т/добу
Найбільша концентрація сортованої маси	1,3%

Кількість лопастей ротора	4 шт.
Перепад тиску	0,02-0,05 МПа
Частота обертання ротора	424 хв ⁻¹
Діаметр отворів сита	1,2-2,4
Потужність електродвигуна	17 кВт
Габаритні розміри	2,20x1,32x1,42 м

Бак постійного рівня

Місткість: 1 м³, матеріал: сталь, кількість: 1 шт.

Вихрові конічні очисники

Вихрові конічні очисники типу УВК–120–02

Призначений для очистки паперової маси в технологічному потоці БДМ. Робочий орган установки вихрової очистки складається із: циліндричної головки з тангенціальним вхідним патрубком і патрубком очищеної маси; ніжки (стояки); насадки; меншої основи, яке слугує для випуску відходів; камери відходів, яка приєднана до меншої основи корпусу. Маса подається відцентровими насосами.

Установка вихрових конічних очисників УВК–120–02.

Продуктивність	120 т/добу
Пропускна здатність очисника	400 л/хв
Діаметр очисника	160 мм
Діаметр отворів насадки	24 мм
Габаритні розміри	6,65 x 4,32 x 3,20 мм

Млин пульсаційний

Млин пульсаційний МП – 00;

Продуктивність	5 – 25 т/добу
Діаметр ротора	190 мм
Число робочих зон	3

					Пояснювальна записка	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

Частота обертання ротора	3000 мин ⁻¹
Габаритні розміри	1,57 x 0,41 x 0,58 мм
Маса (загальна)	0,68 т
Кількість	1 шт

Масні басейни

Приймальні або буферні басейни слугують для створення достатнього запасу маси на підприємстві на випадок зупинки окремих частин виробництва. А також для усереднення її якості. Обираємо УПВ - 21 об'єм перемішуваної маси 100-400 м². Діаметр мішалки 1250 мм. потужність приводу 37 кВт.

Виходячи із технологічної схеми проєктом передбачені басейни об'ємом 200 м³ (металеві).

Композиційний басейн

Місткістю 320 м³, з часом зберігання маси 1 год.

Діаметр басейна 6,3-7,3 м, висота 0,250 м.

Перемішуючий пристрій (пропелер): діаметр 1,800 м, потужність двигуна 75 кВт.

Рафінер TwinFlo Prime

Діаметр дисків	600-610 мм
Частота обертання ротора	750 хв ⁻¹
Установочна потужність	315 кВт
Потужність холостого ходу	60 кВт
Ширина, мм	1260
Продуктивність	200 т/добу
Маса	1400

Шаберний згущувач СШ-25-01

Продуктивність при роботі	70-90 т/добу
Концентрація волокна, що надходить	0,4-1 %
- згущеного	5-7 %
Параметри сіткового циліндра	
- діаметр	2,0 м
- довжина	4,0 м
- площа бічної поверхні	25 м ²
- частота обертання барабана	14; 16; 18 хв ⁻¹
- споживана потужність	11 кВт
Габаритні розміри	6,00х3,05х2,56 м
Маса	11,50 т

Масний насос 14БМ-14Н

Продуктивність	Q=540 м ³ /час; H=22м.в.ст.эл.
Потужність електродвигуна	N=75 кВт
Кількість обертів	П=1000 об/хв.

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

В процесі розроблення технологічного потоку виробництва туалетного паперу було виконано планування і розміщення виробничих, адміністративних і складських приміщень, як це зумовлено організацією технологічного процесу шляхом зонування, а також для забезпечує створення приміщень з однорідним середовищем [7].

Всі виробничі приміщення мають опалюватися, окрім складу хімікатів та запчастин, котрі не опалюються.

Каркас будівлі збірний залізобетонний. Сітка колон 6×6 метрів [7].

Будівля двоповерхова однопрольотна, з краном вантажопідйомністю 10 т, ліхтарів немає. Висота будівлі 23 м.

Прив'язка колон зовнішніх рядів до крайніх поздовжніх розбивочних осей А і Ж нульова.

Колони залізобетонні. Розміри колон крайнього ряду поздовжньої розбивочної осі Ж та середнього ряду осі В 500×800 мм, розміри колон крайнього ряду поздовжньої розбивочної осі А 400×500 мм. Розмір нижньої плити фундаменту: ширина 3 м, довжина 3 м; глибина закладання – 3 метра.

Фундаменти колон залізобетонні, ступінчаті, монолітні.

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

Стіни панельні товщиною 240 мм.

Віконні отвори окремі. Розміри вікон: ширина 3 м, висота 2,4 м.

Адміністративно-побутові приміщення знаходяться всередині будівлі [7].

Конструктивне вирішення будівлі

Колони

Колони збірні залізобетонні. Всі колони мають суцільний прямокутний переріз розміром 500×800 мм (колони крайнього і середнього рядів) та

					Пояснювальна записка	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

400×600 мм (колони крайнього ряду).

Конструкція цих колон наведена на рис. 5.1 [7].

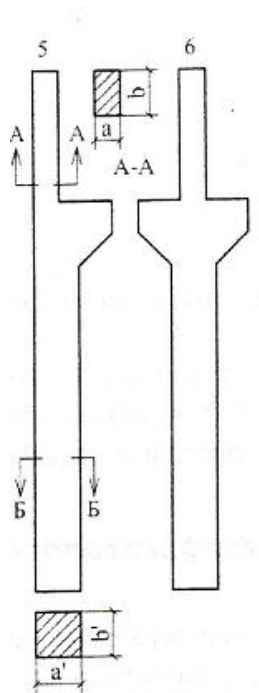


Рисунок 5.1 – Конструкція колон для одноповерхових будівель: 5 – колона крайнього ряду; 6 – колона середнього ряду.

Вибір фундаменту

Фундамент для даної промислової будівлі вибирається з обліком заданої нормативної глибини промерзання ґрунту (170 см), навантаження від виробничого будинку, габаритних розмірів колон відповідно до ДСТУ 24022-80 "Фундаменти залізобетонні збірні під колони [7].

Конструкцію даного фундаменту наведено на рис. 5.2.

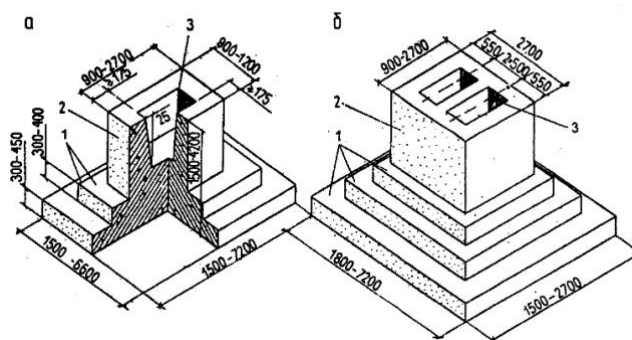


Рисунок 5.2 – Фундамент збірних залізобетонних колон

					<i>Пояснювальна записка</i>	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вибір підкранової балки

Для даного виробничого підприємства із прольотом 33 м раціонально застосувати балки типу БКНА6 – 2с. Маса однієї балки дорівнює 4,2 т. Балка виконана з бетону марки 200 з поздовжніми арматурними вставками.

Вибір ферми та балки покриття

Для даного виробничого підприємства із прольотом 33 м вибираємо для несучих конструкцій покриття ферми без розкосу з верхнім поясом ламаного обрису, з висотою посередині – 3000 мм, висотою на опорі – 890 мм.

Конструкцію обраної ферми наведено на рис. 5.3.

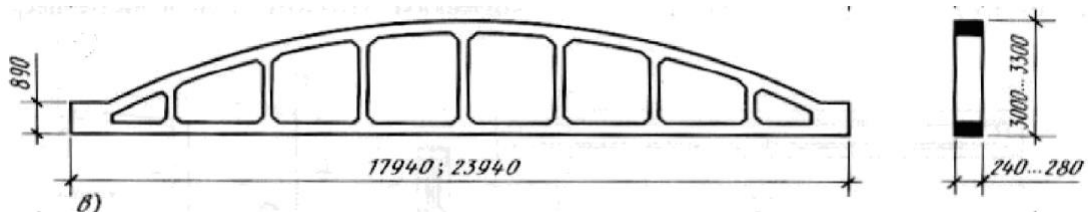


Рисунок 5.3 – Конструкція ферми

Вибір плит покриття

Для даного виробничої будівлі обрані піносілікатні плити покриття відповідно до ГОСТ 9561-91. Дані плити характеризуються високою надійністю, звукоізоляційною здатністю до 70 Дб, економічністю, малим коефіцієнтом теплопровідності, високою корозійною стійкістю, простотою монтажу й експлуатації [7].

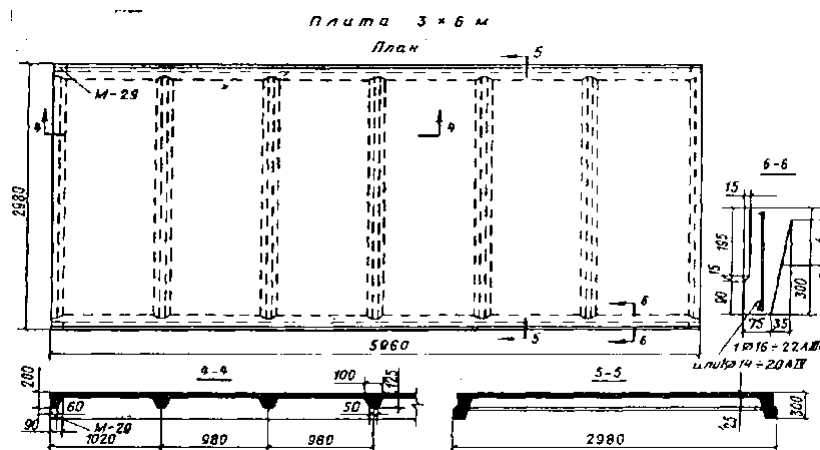


Рис. 5.4 – Плити покриття

					Пояснювальна записка	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

Для кроку колон в 6 м довжина плит прийнята рівній 5980 мм, висота (товщина) – 220 мм. Ширина плити – 3000 мм.

Утворені при монтажі шви на стиках плит замазуються бетонним розчином. Плити виконані з бетону марки 200 і поздовжніх арматурних вставок по всій довжині плити.

Вибір стін

Виходячи з розрахунку теплотехнічних характеристик, товщина стін прийнята 240 мм. Матеріал стін – з одношарових газобетонних панелей [7].

Вибір вікон

Для підтримки нормальних робочих умов по периметру будівлі передбачені окремі вікна 3000×2400 мм. Вікна глухі, виконані з металопластикових профілів [7].

Додаткові конструктивні елементи.

Підлога виконана з асфальтобетону та має товщину 150 мм. Обраний матеріал підлоги зносостійкий, витримує великі навантаження.

Як покрівля адміністративно – побутових приміщень і цеху в цілому використовуються наступні матеріали: бітум, газобетон, цементна стяжка, руберойд. Цех також покритий захисним шаром гравію [7].

					Пояснювальна записка	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6 ОХОРОНА ПРАЦІ

Згідно Кодексу законів про працю України на всіх підприємствах повинні створюватися здорові і безпечні умови праці (ст. 153).

Тема дипломного проекту передбачає розрахунок і проектування процесу виготовлення паперового полотна. Контроль параметрів технологічного процесу здійснює оператор лінії, пульт якого знаходиться в виробничому приміщенні, площа якого $S = 2500 \text{ м}^2$. Площа операторської, де сидітиме оператор лінії $S = 24 \text{ м}^2$.

Фізико-хімічні умови технологічного процесу зазвичай враховують в технологічних регламентах.

Технологічний регламент – основний технічний документ, який визначає рецептуру, режими і порядок проведення операцій технологічного процесу.

Перевищення допустимих меж при експлуатації обладнання призводить до впливу на персонал таких небезпечних і шкідливих виробничих факторів:

- температури, вологості та запилення робочої зони;
- рівня шуму на робочому місті;
- рівня вібрації на робочому місті;
- рівня статичної електрики і небезпечного рівня напруги в електричній мережі;
- недостатнього освітлення робочої зони;
- накопичення паперового пилу і браку;

Рівні небезпечних і шкідливих виробничих факторів, зазначених вище, не повинні перевищувати гранично-допустимих значень, передбачених існуючими "Санітарними нормами проектування промислових підприємств", затвердженими згідно встановленого порядку, а також гігієнічними нормами, затвердженими органами державного санітарного нагляду.

					Пояснювальна записка	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Як впливає з технологічної частини проекту в виробництві виділяються шкідливі, пожежонебезпечні речовини, використовується електрична, механічна і теплова енергія.

Проектні рішення прийняті з урахуванням вимог охорони праці.

6.1 Повітря робочої зони

Дослідження і оцінка мікроклімату має важливе значення при складанні результатів згідно зі встановленими нормами ДСН 3.3.6.042-99.

З метою нормалізації повітря в приміщенні передбачені технологічні заходи [8]:

- герметизація технологічного устаткування.
- теплоізоляція устаткування, температура зовнішніх стінок якого перевищує 60 °С.
- передбачена вентиляція приміщення.
- у зоні роботи операторів передбачається кондиціонування повітря за допомогою сплит-систем.
- в усіх виробничих приміщеннях запроектоване парове опалення в зимову пору року $t_{\text{твпл}} = 70 - 75$ °С.
- в цеху підтримуються такі показники повітря: температура $t = 20 - 26$ °С, вологість $w = 40 - 60$ %, переміщення повітря $v = 0,2$ м/с.
- робітники й інженерно-технічний персонал, безпосередньо зв'язані з обслуговуванням технологічного устаткування, забезпечуються індивідуальними засобами захисту.

6.2 Виробниче освітлення

Робота в цеху з виробництва писального паперу пов'язана з зоровою напругою. Згідно з ДБНВ.2.5.-28-2018 у виробничих приміщеннях глибиною до 6 м при односторонньому боковому освітленні нормується мінімальне значення КПО в точці, розташованій на перетині вертикальної площини характерного розрізу приміщення і умовної робочої поверхні на

					Пояснювальна записка	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

відстані 1 м від стіни або лінії максимального заглиблення зони, найбільше віддаленої від світлових прорізів.

У великогабаритних виробничих приміщеннях глибиною більше ніж 6 м при боковому освітленні нормується мінімальне значення КПО в точці на умовній робочій поверхні, віддаленій від світлових прорізів:

- на 1,5 м висоти від підлоги до верху світлових прорізів для зорової роботи I – IV розрядів;
- на 2 м висоти від підлоги до верху світлових прорізів для зорової роботи V – VII розрядів;
- на 3 м висоти від підлоги до верху світлових прорізів для зорової роботи VIII розряду.

При верхньому або комбінованому природному освітленні приміщень різного призначення нормується середнє значення КПО в точках, розташованих на перетині вертикальної площини характерного розрізу приміщення і умовної робочої поверхні (або підлоги). Перша і остання точки приймаються на відстані 1 м від поверхні стін (перегородок) або осі колон.

Робоче освітлення слід передбачати для всіх приміщень будинків, а також ділянок відкритих просторів, призначених для роботи, проходу людей та руху транспорту. Для приміщень, які мають зони з різними умовами природного освітлення та різними режимами роботи, повинно передбачатись окреме керування освітленням таких зон.

За необхідності частина світильників робочого або аварійного освітлення може бути використана для чергового освітлення.

Нормовані характеристики освітлення в приміщеннях і зовні будинків може забезпечуватись як світильниками робочого освітлення, так і спільним з ним освітленням світильниками безпеки і (або) евакуаційного освітлення.

Для освітлення приміщень слід використовувати, як правило, найбільш економічні розрядні лампи. Використання ламп розжарювання для загального освітлення допускається тільки у випадках неможливості або

					Пояснювальна записка	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

техніко-економічної недоцільності використання розрядних ламп.

Для місцевого освітлення, крім розрядних джерел світла, рекомендується використовувати лампи розжарювання, в тому числі галогенні.

Проектом передбачене природне, штучне і суміщене освітлення. Система природного освітлення - комбінована. Система штучного освітлення: загальна і комбінована. Проектом передбачене робоче, евакуаційне, аварійне і ремонтне освітлення.

В цеху розташовано 40 вікон розміром $3 \times 2,4$ м, КПО 1,44 %

Проектом передбачається штучне освітлення у всіх приміщеннях і на всіх площадках установки, мінімальна освітленість повинна становити $E_{\text{нор}} = 200$ лк.

Для освітлення приміщення цеху приймаємо лампи ДРЛ250 потужністю 250 Вт, напру 220 В, світловий потік $\Phi = 1100$ лм, кількістю 20 шт., що відповідає вимогам $E_{\text{фак}} = 300$ лк.

Мінімальна освітленість в якому виконуються зорові роботи розраховані для IV групи класу, а повинна становити $E_{\text{нор}} = 300$ лк. Для освітлення кабіни оператора приймаємо лампи ЛД40 потужністю 40 Вт, напруга 220 В, кількістю 36 шт.

Для контролю освітленості використовують люксметри Ю-116 1 раз у рік і після ремонту освітлювальної установки.

6.3 Виробничий шум та вібрації

Джерелом шуму при роботі обладнання є насоси, Частини папероробної машини, які обертаються та електродвигуни. Рівень шуму в джерелах досягає $L = 100$ дБа.

Шум спричиняє на організм людини несприятливий вплив та може викликати хворобливий стан, в тому числі, глухоту [9]. Також знижується працездатність і продуктивність праці - в умовах сильного шуму людина стає більш схильною до травматизму.

					Пояснювальна записка	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Нормовані параметри визначаються за ДСН 3.3.6.037-99, нормою виробничого шуму є ПС -76, рівень звуку 20 дБ. ГДК виробничого шуму не більше 85 дБ. У цеху виробництва писального паперу виробничий шум фактично досягає 90 дБ, що вище допустимих норм ДСН 3.3.6.037-99.

Для запобігання вищесказаного були вжиті такі заходи:

- для спостереження та дистанційного контролю використовуємо звукоізолюючі кабінки, в яких можна забезпечити практично зниження шуму до 65 дБ, це забезпечує товщина стінок кабінки, що складає 7 мм, згідно ДСН 3.3.6.0.37-99.
- персонал, що обслуговує компресорне і насосне відділення, забезпечити індивідуальними засобами захисту – м'які прогумовані вкладиші, тампони з ебоніту чи гуми, які знижують шум на 18 – 20 дБ.
- для захисту рук від впливу загальної вібрації передбачене взуття на товстій гумовій підшві.
- для контролю рівня шуму і вібрації передбачений прилад вшв-003 і шумо -віброзамірний комплекс ШВК-1.
- електродвигуни, насоси, і інше обладнання встановлюють в окремих приміщеннях. робочі зони відгороджуються, а якщо немає можливості, використовують індивідуальні засоби захисту.

6.4 Небезпека ураження електричним струмом

Основними травмонебезпечними місцями і можливими причинами ураження людей електричним струмом є електрообладнання, електричні дроти, двигуни, трансформатори, і т.д. Небезпека ураження людей електричним струмом виникає в результаті дотику до відкритих струмоведучих частин, до струмопровідних неструмоведучих частин, елементів устаткування, що опинилися під напругою в результаті порушення ізоляції, а також ураження кроковою напругою і через електричну дугу.

Живильна електромережа трифазна, чотирипровідна, змінного струму,

					Пояснювальна записка	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

напругою 350/220 В, з глухим заземленням нейтралі.

Цех виробництва писального паперу за ступенем небезпеки ураження людей електричним струмом є цехом підвищеної небезпеки, згідно ПУЕ.

Заходи, що застосовуються для уникнення ураження струмом [9]:

- 1) в робочому стані: електрична ізоляція, якою вкривається поверхня струмоведучих елементів; неізольовані струмопровідні частини мають бути огорожені або розміщені на недосяжній висоті; наявність блокування безпеки – пристрою, що попереджає потрапляння людей під напругу в разі помилкових дій;
- 2) в аварійному стані: захисне заземлення; занулення; захисне відключення.

Для забезпечення електробезпеки передбачені організаційні і технічні заходи:

- Інструктаж і навчання безпечним методам праці.
- Установлення плакатів і знаків безпеки.
- Захисне заземлення.
- Захисне відключення.
- Застосування малих напруг 12 В для переносних світильників і ручного електроінструмента.
- Надійно ізолюємо елементи конструкції, що проводять електричний струм ($R_{i3} \geq 0,5$ МОм) - опір ізоляції.
- Застосування огорожувальних пристроїв.
- Установлення попереджувальної сигналізації, блокувань.
- Використання електрозахистних засобів, у т.ч. діелектричних рукавичок, інструментів з ізолюючими ручками, покажчиків напруги.

Проектом передбачене застосування вибухозахищеного електроустаткування.

6.5 Пожежна безпека

У цеху виробництва писального паперу основну небезпеку загоряння

					Пояснювальна записка	Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

представляє продукт виготовлення, від якого утворюється паперовий пил. Пил осідає на обладнанні, в результаті накопичення великих кількостей пилу можливо самозаймання. Згідно ОНТП 24-86 2016р. категорія цехів з пожежонебезпеки – В.Клас зони П-Па (ПУЕ).

Щоб своєчасно усунути пожежа в цеху встановлена автоматична спринклерна установка. Також цех забезпечений протипожежним водопостачанням на відстані 40 м. Цех оснащено сигналізацією на випадок пожежної небезпеки.

На установці пожежі можливі на наступних ділянках [8]: приміщення насосної, цех папероробної машини. Можливі причини загоряння: коротке замикання електроустаткування з ушкодженою ізоляцією. На проектованому виробництві можливі наступні джерела загоряння: електричні іскри, розряди зарядів статичної електрики, прямий удар блискавки у виробниче приміщення.

Для забезпечення пожежо- вибухобезпеки проектом передбачена система зв'язки й оповіщення, системи пінного пожежогасіння, система протипожежного водопроводу, а також первинні засоби пожежогасіння.

До первинних засобів пожежогасіння відносяться: вогнегасники , пожежний інвентар (бочки з водою, пожежні відра, ящики з піском, совкові лопати, протипожежні покривала) та пожежний інструмент (гаки, лом, сокири).

Для гасіння пожежі служать вуглекислотні вогнегасники типу ВП-3(3) у кількості 7 штук, що розташовуються в цеху, біля устаткування для каландрування, намотування та оброблення паперу.

Вогнегасники та пожежний інвентар мають червоне пофарбування, а бочки з водою та ящики з піском ще й відповідні написи білою фарбою. Пожежний інструмент фарбується в чорний колір. Бочки для зберігання води з метою пожежогасіння встановлюються у виробничому приміщенні. Такі бочки повинні бути укомплектовані пожежним відром місткістю не менше 8л. Ящики з піском місткістю 0,5, 1,0 та 3,0 м³ та повинні бути

					Пояснювальна записка	Арк.
						66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

укомплектовані совковою лопатою. Протипожежні покривала, виготовлені з негорючого теплоізоляційного полотна, грубо бавовняної тканини повинні мати не менш як 2×1 м та 2×2 м.

При пожежі в приміщенні знаходяться два еваковиходи (двері) розміром 2,5 ×1,3 м, що розташовані на відстані 11 м від установок.

Протипожежний водопровід забезпечує роботу зрошувальних систем колонних апаратів і резервуарів з підключенням для пересувної пожежної техніки.

Для протипожежного захисту блоку колон передбачені стаціонарні установки пінного підшарового пожежогасіння та зрошувальні системи на усю висоту колонних апаратів.

Для протипожежного захисту компресорної і насосної використовується система порошкового пожежогасіння, згідно ДБН В.2.5-13-98.

Зовнішнє пожежогасіння виробничого будинку здійснюється від пожежних гідрантів існуючої кільцевої протипожежної мережі.

У приміщенні встановлюється пожежна сигналізація, датчик повідомлення комбінований КІ -1, приймальна станція СРПУ, внутрішньо заводський і міський зв'язок.

					Пояснювальна записка	Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

1. Розроблено технологічний потік з виробництва паперу туалетного.
2. Виконано розрахунок матеріального балансу води і волокна, згідно з якого для виробництва 1 т повітряно-сухого паперу потрібно: сульфатної хвойної вибіленої целюлози – 609 кг і води – 83 кг; сульфатної листяної вибіленої целюлози – 404 кг і води – 55 кг. Вимої волокна становлять 0,38%.
3. Розраховано тепловий баланс.
4. Наведено короткі теоретичні відомості про основні процеси виробництва паперу.
5. Проведено вибір основного та допоміжного технологічного обладнання, яке необхідне для даного технологічного потоку.
6. Наведено об'ємно-планувальне рішення будівлі цеху.
7. Розроблено заходи щодо охорони праці на виробництві.

					Пояснювальна записка	Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Офіційний сайт асоціації українських підприємств целюлозно-паперової галузі «УкрПапір» <http://www.ukrpapir.org>.
2. Г.І. Волошин, «МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ на тему: Папір. Виробництво паперу» - Львів, 2015. – 32 с
3. Примаков С.П., Барбаш В.А. Технологія паперу і картону: Навчальний посібник для вузів – К: ЕКМО, 2002. – 396 с.
4. Журнал «twogether» №26 «ATMOS Premium Tissue» <http://www.voith.com>
5. Целюлоза. Готування лабораторних листів для фізичних випробувань. Ч.2. Ме-тод із застосуванням апарату Panid-Кеттена (ISO 5269-2:2004,IDT): ДСТУ ISO 5269-2:2015. [Чинний від 2016-01-01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2015. (Національний стандарт України).
6. Н. Т. Sahin, and M. B. Arslan, "A study on physical and chemical properties of cellulose paper immerse din various solvent mix-tures", International Journal of Molecular Sciences, vol. 9, iss. 1, pp. 78-88, 2008.
7. Технологія паперу та картону: метод. вказівки до виконання розрахунків матеріального балансу води і волокна для студентів напряду підготовки 0513 – «Хімічна технологія» програми професійного спрямування 6.051301 «Хімічна технологія переробки деревини та рослинної сировини». Уклад.: Плосконос В.Г., Примаков С.П., Черьопкіна Р.І., Антоненко Л.П., Мовчанюк О.М. – К.: НТУУ "КПІ", 2011. – 54 с.
8. Методичні вказівки до дипломного проєктування для студентів спеціальності «Хімічна технологія переробки деревини та рослинної сировини». Примаков С.П., Барбаш В.А., Дейкун І.М., Орленко А.Т., Дорошенко М.П. – К.: КФТП, 2001. – 68 с.
9. Т. Hosoya, Н. Kawamoto, and S. Saka, "Cellulose-hemicellulose and cellulose-lignin interaction sin wood pyrolysis at gasification temperature", Journal of analytical and applied pyrolysis, vol. 80, no.1, p. 118-125, 2007.

					<i>Пояснювальна записка</i>	Арк.
						69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		