

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

Інженерно-хімічний факультет

Кафедра екології та технології рослинних полімерів

«На правах рукопису»
УДК _____

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри
_____ М. Д. Гомеля
«__» _____ 2019 р.

Магістерська дисертація

на здобуття ступеня магістра

зі спеціальності 161 Хімічні технології та інженерія

на тему: «Реконструкція технологічного потоку Фабрики банкнотного паперу Банкнотно-монетного двору Національного банку України з виробництва паперу для паспортів»

Виконав:
студент II курсу, групи ЛЦ-381мп
Хмельков Віктор В'ячеславович _____

Керівник _____

к. т. н., доц.
Черьопкіна Романія Іванівна _____

Консультант з матеріального балансу: _____

Рецензент: _____

Засвідчую, що у цій магістерській дисертації немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.
Студент _____

Київ – 2019 року

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

Інститут (факультет) інженерно-хімічний
(повна назва)

Кафедра екології та технології рослинних полімерів
(повна назва)

Рівень вищої освіти – другий (магістерський)

Спеціальність 161 Хімічні технології та інженерія
(код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

М. Д. Гомеля
(ініціали, прізвище)

(підпис)

« » 2019 р.

ЗАВДАННЯ

на магістерську дисертацію студенту

Хмельков Віктор В'ячеславович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема дисертації «Реконструкція технологічного потоку Фабрики банкнотного паперу Банкнотно-монетного двору Національного банку України з виробництва у для паспортів»

науковий керівник дисертації Черьопкіна Романія Іванівна, доц., к.т.н.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від « 11 » листопада 2019 р. № 3875-с

2. Термін подання студентом дисертації « 10 » грудня 2019 р.

3. Об'єкт дослідження технологічний процес виробництва паперової продукції для виготовлення паспортів

4. Предмет дослідження показники якості, сировина, хімікати, обладнання та технологічні режими виробництва паперової продукції для виготовлення паспортів

5. Перелік завдань, які потрібно розробити:

а) інновації в технології виробництва паперу для виготовлення паспортів

б) технологічна частина: вимоги до сировини та готової продукції, технологічна схема виробництва паперу для виготовлення паспортів, матеріальний баланс виробництва паперу для виготовлення паспортів,

розрахунок основного технологічного обладнання, розрахунок теплового балансу;

в) об'ємно-планувальне та конструктивне рішення будівлі;

г) техніка безпеки на виробництві;

д) стартап проект

6. Орієнтовний перелік ілюстративного матеріалу

1) обґрунтування реконструкції;

2) технологічна схема;

3) план цеху;

4) поздовжній переріз;

5) поперечний переріз;

6) зведений матеріальний баланс

7) Результати виконання стартап проекту

7. Орієнтовний перелік публікацій: 1 теза в збірнику тез доповідей VI міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених «Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання», 1 теза в збірнику тез доповідей VII міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених «Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання»

8. Консультанти розділів дисертації

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

9. Дата видачі завдання « 27 » жовтня 2019 р.

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Термін виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
1.	Інновації в технології виробництва паперу для виготовлення паспортів	27.10.2019-31.10.2019	
2.	Технологічна частина: - вимоги до сировини та готової продукції; - технологічна схема виробництва картонної продукції; - матеріальний баланс виробництва продукції; - розрахунок основного технологічного обладнання - розрахунок теплового балансу	01.11.2019-08.11.2019	
3.	Об'ємно-планувальне та конструктивне рішення будівлі	09.11.2019-13.11.2019	

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Термін виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
4.	Техніка безпеки на виробництві	14.11.2019-21.11.2019	
5.	Стартап проект	22.11.2019-25.11.2019	
6.	Оформлення пояснювальної записки	26.11.2019-30.11.2019	
7.	Оформлення ілюстративних матеріалів	01.12.2019-09.12.2019	

Студент

(підпис)

В. В Хмельков

(ініціали, прізвище)

Науковий керівник дисертації

(підпис)

Р. І. Черьопкіна

(ініціали, прізвище)

РЕФЕРАТ

Магістерська дисертація: 86 стор., 1 рис., 29 табл., 30 першоджерел, додатки.

Актуальність теми. Підвищення показників якості паперової продукції для виготовлення паспортів, забезпечення їх стабільності шляхом впровадження новітніх досягнень в цій галузі; збільшення продуктивності папероробної машини та зниження собівартості продукту за рахунок реконструкції технологічного потоку виробництва.

Мета і задачі дослідження. Метою дисертаційної роботи є вивчення властивостей паперу для виготовлення паспортів, реконструкція технологічного потоку для підвищення якості продукції, що виготовляється та збільшення продуктивності папероробної машини.

Для досягнення мети необхідно вирішити наступні задачі:

- ознайомлення з властивостями паперу для виготовлення паспортів шляхом вивчення нормативно-технічної документації;

- ознайомлення з сучасними досягненнями в технології виробництва паперу для виготовлення паспортів;

- знаходження методів, які дозволяють підвищити якість продукції та знизити її собівартість шляхом повної або часткової заміни сировинної бази, використання нових хімічних компонентів, а також встановленням додаткового обладнання.

Об'єкт дослідження: процес виробництва паперу для виготовлення паспортів.

Предмет дослідження: показники якості, сировинна база, технологія, обладнання, хімікати для проклеювання паперу для виготовлення паспортів.

Методи дослідження: фізико-механічні методи випробування отриманих зразків паперу в технологічній лабораторії фабрики в процесі реконструкції технологічного потоку.

Практичне значення одержаних результатів: реконструкція технологічного потоку забезпечує зменшення собівартості продукції з одночасним підвищенням якості паперу для виготовлення паспортів, який виготовляється на «Фабриці банкнотного паперу Банкотно-монетного двору Національного банку України».

Апробація результатів дисертації:

За темою захисту магістерської дисертації опубліковано 2 тези:

- Хмельков В. В., к. т. н., доц. Трембус І. В. Модернізація папероробної кругло сіткової машини для виготовлення банкнотного паперу із широкою захисною стрічкою «віконного типу» // Збірник тез доповідей XVI міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених. Ресурсозберігаючі технології та обладнання, К.:НТУУ КПІ, 2018. – 110 - 111 с.

- Хмельков В. В., к. т. н., доц. Черьопкіна Р. І. Підвищення зносостійкості паперу// Збірник тез доповідей XVII міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених. Ресурсозберігаючі технології та обладнання, К.:НТУУ КПІ, 2019. – 180 - 181 с.

БАВОВНЯНА ЦЕЛЮЛОЗА, ЛИСТЯНА ЦЕЛЮЛОЗА, ХВОЙНА ЦЕЛЮЛОЗА, РОЗМЕЛЮВАННЯ, НАПОВНЕННЯ, ФОРМУВАЛЬНА ВАННА, ФОРМУВАННЯ, ПРЕСУВАННЯ, ЗНЕВОДНЕННЯ, ВОДЯНИЙ ЗНАК, ПОВЕРХНЕВЕ ПРОКЛЕЮВАННЯ, ПОЛІУРЕТАНОВА ЕМУЛЬСІЯ, СУШІННЯ, СОРТУВАННЯ, ПАПІР ДЛЯ ПАСПОРТІВ.

SUMMARY

Master's thesis: 86 pages, 1 drawing, 29 charts, 30 primary sources, annexes.

Theme actuality. Improvement the quality indices of paper products for the passports manufacture, ensuring their stability by implementing the latest developments in this field; increasing the productivity of the paper machine and reducing the cost of the product due to the upgrading of the technological flow of production.

The purpose and objectives of the study. The purpose of the thesis is to study the properties of paper for the passports manufacture, upgrading of the technological flow to improve the quality of the produced products and increase the efficiency of the paper machine.

To achieve this purpose the following issues to be solved:

- Familiarization with the properties of paper for the passports manufacture by studying the normative-technical documents;

- Familiarization with the modern advances in the technology of production of paper for the passports manufacture;

- Finding the methods that can improve the quality of products and reduce their cost by fully or partially replacing the raw materials base, the use of new chemical components, and the installation of additional equipment.

Object of study. The process of the production of paper for the passport manufacture.

Subject of study. Quality indices, raw materials base, technology, equipment, chemicals for the sizing of paper for the passports manufacture.

Methods of study. Physical and mechanical methods of testing the samples of paper received in the technologic laboratory of the mill in the process of upgrading of the technological flow.

The practical value of the obtained results. Upgrading of the technological flow provides the reduction of the products cost simultaneously with improvement the quality

of paper for the passports manufacture which is produced at the Banknote Paper Mill of the Banknote Printing and Minting Works of the National Bank of Ukraine.

Approval of the thesis results: Two theses on the subject of the master's thesis defense were published:

- V. V. Khmelkov, I. V. Trembus, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor. Modernization of the mould cylinder paper machine for the production of banknote paper with a wide window security thread // Collected theses of the XVI International scientific and practical conference of students, postgraduate students and young scientists. Resource-saving technologies and equipment, K.: NTUU KPI, 2018. – 110-111 p.

- V. V. Khmelkov, R. I. Cheriopkina, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor. Improving paper durability // Collected theses of the XVI International scientific and practical conference of students, postgraduate students and young scientists. Resource-saving technologies and equipment, K.: NTUU KPI, 2019. – 180-181 p.

COTTON PULP, HARDWOOD PULP, SOFTWOOD PULP, REFINING, FILLING, VAT, FORMING, PRESSING, DEWATERING, WATERMARK, SURFACE SIZING, POLYURETHANE EMULSION, DRYING, SORTING, PAPER FOR PASSPORTS.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	11
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ.....	13
1 ІННОВАЦІЇ В ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ПАПЕРУ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ПАСПОРТІВ	14
1.1 Використання поліуретанової емульсії для поверхневої обробки паперу.....	14
1.2 Оснащення папероробної машини гауч-валом з відсмоктувальними камерами	16
1.3 Дооснащення розмельно-підготовчого відділення додатковою лінією.....	17
2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	19
2.1 Вимоги до сировини та готової продукції.....	19
2.2 Технологічна схема виробництва паперу для виготовлення паспортів	25
2.2.1 Опис технологічної схеми.....	27
2.3 Матеріальний баланс виробництва продукції.....	33
2.3.1 Блок-схема виробництва паперу для виготовлення паспортів... ..	35
2.3.2 Розрахунок матеріального балансу води та волокна	36
2.4 Розрахунок основного технологічного обладнання	49
2.5 Розрахунок теплового балансу	57
3 ОБ'ЄМНО-ПЛАНУВАЛЬНЕ ТА КОНСТРУКТИВНЕ РІШЕННЯ БУДІВЛІ	63
3.1 Об'ємно-планувальне вирішення будівлі фабрики банкнотного паперу.....	63
3.2 Конструктивне рішення будівлі фабрики банкнотного паперу	64
4 ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ НА ВИРОБНИЦТВІ.....	66
4.1 Фізико-хімічні і санітарно-гігієнічні характеристики шкідливих, вибухо-, пожежонебезпечних речовин.....	66

4.2 Аналіз шкідливих і небезпечних виробничих факторів та заходи щодо їх усунення в технологічному потоці виробництва паперу для виготовлення паспортів.....	67
4.3 Пожежна безпека..	70
5 СТАРТАП ПРОЕКТ.....	73
5.1 Опис ідеї стартап проекту.....	73
5.2 Аудит динаміки і основних тенденцій ринку.....	74
5.3 Аналіз внутрішнього середовища.....	75
5.4 Аналіз зовнішнього маркетингового середовища.....	76
ВИСНОВКИ.....	83
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	84
ДОДАТКИ.....	87

ВСТУП

Папір документний щоденно використовується в повсякденному житті. Особливим документом для кожного громадянина України є його паспорт. В ньому зазначено основні факти нашого життя.

Даний вид паперової продукції захищений від підробок, оскільки бажаючих внести «правки» в зміст цього документа залишається ще велика кількість. Останні досягнення науки значно покращили захисні властивості паперу. Він значно швидше ідентифікується населенням та став більш довговічним. Окрім головного захисного елемента – водяного знаку папір набув ряд захисних ознак, що унеможливили його підробку.

Єдиним в Україні підприємством з виробництва паперу для виготовлення паспортів є «Фабрика банкнотного паперу Банкнотно-монетного двору Національного банку України». В своєму добутку вона має більш ніж 20-ти літній досвід виготовлення даного виду продукції та не одну тисячу тонн відвантаженого замовнику паперу для паспортів.

Завдяки постійному удосконаленню технології та обладнання, пошуку альтернативних сировини та хімікатів, забезпечення власної енергонезалежності «Фабрика банкнотного паперу Національного банку України» може виготовляти до 4800 т паперу на рік.

Важливою складовою впевненого поступу підприємства стала сертифікація інтегрованої системи менеджменту якості та екології, яка введена та підтримується відповідно до вимог ISO 9001, ISO 14001 та ISO 45001. Це визначає індивідуальну, особливу ретельну організацію виконання замовлень, високу відповідальність щодо забезпечення якості та екологічності продукції. Аби запобігти наріканням замовника відносно продукції, діє постійний багатоступеневий контроль якості на всіх етапах виробничого процесу – від надходження сировини до пакування готової продукції. Контроль здійснюється технологічною лабораторією, що пройшла акредитацію, оснащеною сучасним

лабораторним обладнанням і здатною перевірити відповідність усього масиву показників паперу технічним умовам [1].

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

ГДК – гранично допустима концентрація

ФБП – фабрика банкнотного паперу

ВТК – відділ технічного контролю

ЗІЗ – засоби індивідуального захисту

НД – нормативна документація

НТД – нормативно-технічна документація

ПРМ – папероробна машина

СДН – санітарні допустимі норми

СНіП – санітарні норми і правила

ТУ – технічні умови

ЦПП – целюлозно-паперова промисловість

ДО та КП – діляниця обробки та контролю паперу

1 ІННОВАЦІЇ В ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ПАПЕРУ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ПАСПОРТІВ

Застаріле обладнання та технології знижують конкурентоздатність паперу та картону на внутрішньому ринку і, особливо, на зовнішньому.

Виробництво паперу для виготовлення паспортів потребує використання новітніх технологій та обладнання, оскільки вимоги до захисних ознак цієї продукції постійно посилюються. Однією із головних ознак цієї паперової продукції була і залишається її довговічність та якість водяного знаку.

З метою підвищення якості паперу для виготовлення паспортів та продуктивності папероробної машини запропоновано інноваційні підходи, які полягають у використанні поверхневої обробки паперу поліуретановими смолами, оснащення ПРМ гауч-валом з відсмоктувальними камерами та дооснащення розмельно-підготовчого відділення додатковою лінією розмелювання [1].

1.1 Використання поліуретанової емульсії для поверхневої обробки паперу

Поліуретанові смоли використовують для масної або поверхневої обробки паперу для надання йому, в першу чергу, вологостійкості, а також спеціальних властивостей: стійкості поверхні до механічних пошкоджень при згинанні, терті, пранні, забрудненні та ін. Використання сумішей для проклеювання на основі поліуретану покращують друкарські властивості паперу.

Поліуретанові полімери (преполімери) отримують шляхом поліконденсації аліфатичних чи ароматичних ізоціанатів та поліефірів поліолів, які містять дві або більше гідроксильні групи. Змінюючи співвідношення груп CNO/OH отримують лінійні або просторовосшиті полімери.

Фторовані уретанові з'єднання на основі аліфатичних чи ароматичних ізоціанатів та фторованих спиртів використовують для надання волокнистим матеріалам водо-, масло-, брудовідштовхування.

У паперову масу вводять водорозчинні поліуретанові смоли, отримані в результаті взаємодії блокованих уретанових преполімерів з поліфункціональними амінами та наступною кватернізацією чи нейтралізацією третинних аміногруп. Для поверхневої обробки використовують поліуретани у вигляді стабілізованих водних дисперсій.

Молекула уретанового преполімеру містить вільні ізоціанатні групи, активні до взаємодії з гідроксилами целюлози. З метою підвищення стійкості преполімеру до води та зниження його токсичності ці групи блокуються з'єднаннями фенолу, які мають донорно-акцепторні групи (трихлорметил, нітро, ціано, ацетил, алкоксикарбоніл), що утворюють ефіри ізоціанової кислоти. Блокування реакційно здатних ізоціанатних груп знімається за температури 80 – 120 °С, що дозволяє ефективно використовувати ці смоли в умовах виробництва паперу.

З метою підвищення міцності поліуретанових плівок та їх водостійкості, до поліуретанових дисперсій додаються реагенти, які утворюють поперечні зв'язки, наприклад, преполімери меламіноформальдегідного предконденсату, поліазирідини, ізоціанати, солі цирконію та ін. Зшиваючі реагенти підбирають виходячи з умов виробництва паперу, тривалості та температури тверднення.

Використання поліуретанів у виробництві паперу для паспортів, спрямовано на підвищення його зносостійкості (стійкості до розриву, згинання, складання, прання, забруднення) та покращення друкарських властивостей.

До покрівельного складу на основі поліуретану додають допоміжні речовини, які застосовують у виробництві паперу, такі як: пігменти, регулятори в'язкості, піногасники, бактерициди, а також зшиваючі реагенти та реагенти, які поліпшують захисні властивості паперу. Використання пігментів у складі дисперсій для обробки паперу для паспортів не повинно зменшувати його непрозорість. Така вимога диктується необхідністю отримання чітких зображень на просвіт таких елементів захисту, як водяний знак та ін. Це досягається при використанні мінеральних пігментів з площею зовнішньої поверхні не менше 300 м²/г та органічних наповнювачів. Введення до складу поліуретанової дисперсії

інших еластомерів, наприклад, стиrolакрилових, вінілхлоридних, ізопренових та ін. знижує вартість покриття, але їх кількість в покрівельній композиції не повинна знижувати зміцнювальну властивість поліуретану.

Оптимально підібрані композиції на основі поліуретану дозволяють не тільки підвищити довговічність паперу для паспортів, але й покращити друкарські властивості, а саме чіткість зображення після глибокого друку, оптичні ефекти плівок, голограм та ін.

Пропонується наносити поліуретанові суміші на папір для паспортів безпосередньо на папероробній машині у клеїльній ванні та сайз-пресі.

Витрати поліуретану зазвичай знаходяться в межах 2 – 6 г/м² [2, 3].

1.2 Оснащення папероробної машини гауч-валом з відсмоктувальними камерами

Гауч-вал – пристрій, встановлений на папероробній машині, який призначений для передачі паперового полотна із формуючого барабана в пресову частину. Процес супроводжується втратою вологості паперового полотна до 10%.

Гауч-вал, встановлений на ПРМ Фабрики банкнотного паперу компанією SICMA 1997 року діє контактним способом. Він перетискає на себе паперове полотно, що формується на формуючому циліндрі, покритому спеціальною бронзовою сіткою. Рельєфне зображення, нанесене на сітку шляхом штампування, в процесі роботи дещо втрачає початкові параметри («прикатується»), а сама сітка під час роботи зазнає суттєвого навантаження, що призводить до передчасного її руйнування.

Орієнтовний термін роботи однієї спеціальної бронзової сітки (далі - спецсітки) для паспортного паперу становить 30 діб. Враховуючи дороговартісну роботу на виготовлення спеціальної бронзової сітки постає питання щодо пошуку шляхів збільшення терміну роботи спецсітки.

Запропоновано рішення полягає в заміні контактної на безконтактний спосіб передачі паперового полотна з формуючого барабану в пресову частину. Гауч-вал SICMA звичайної конструкції пропонується замінити сучасним пневмоавтоматичним двокамерним відсмоктувальним гауч-валом. Основною

відмінністю нової конструкції є наявність зазору між валом та формуючою сіткою. Зневоднення паперового полотна у зоні формування проводитиметься безконтактним способом за допомогою вакуумного відсмоктування рідини.

У разі оснащення папероробної машини гауч-валом з відсмоктувальними камерами спеціальна бронзова сітка уникне додаткових навантажень, завдяки чому подовжиться термін її експлуатації. Паперове полотно під час формування збереже рельєф водяного знаку і як наслідок покращиться його якість.

Прогнозується збільшення терміну служби бронзової сітки формуючого циліндра на 200-300 %, зменшення рівня шуму в зоні формування паперового полотна.

Заміна конструкції обладнання в зоні гауч-вала папероробної машини і застосування сучасних рішень дозволить покращити якість паперу, а саме основної ознаки паперу для паспортів – водяного знаку, та отримати економічний ефект від зменшення відходів паперу.

Суттєве збільшення терміну служби бронзової сітки формуючого циліндра значно скоротить витрати на виробництво паперу для паспортів, а також дозволить уникнути позапланових зупинок папероробної машини для заміни або ремонту спеціальної бронзової сітки [1, 2, 4, 7].

1.3 Дооснащення розмельно-підготовчого відділення додатковою лінією

Розмелювання – одна із найважливіших операцій з підготовки паперового виробництва Фабрики банкнотного паперу. Водна суспензія суміші бавовняної та деревної целюлози розмелюється на обладнанні з періодичною дією і перекачується в спеціальні масні басейни (поз. 8, 8'), створюється необхідний запас маси для наступної стадії – відливу паперу на папероробній машині. Відбір паперової маси на ПРМ здійснюється із останнього машинного басейну (поз. 10) в безперервному режимі.

Якщо продуктивність роботи ПРМ перевищує продуктивність роботи обладнання для розмелювання, рівень в масних басейнах поступово зменшується, навіть за наявності попередньо створеного запасу маси. В результаті зниження рівня паперової маси в машинному басейні до критичної межі, ПРМ зупиняється.

У 2009 році на фабриці було проведено реконструкцію технологічного обладнання (заміна формувальної ванни та формуючого барабану). В результаті чого забезпечено середню розрахункову продуктивність виробництва на рівні 3100 тонн паперу в рік (при швидкості папероробної машини 50 м/хв. та масі 1 м² паперу 85 г). У 2017 році проведено роботи зі збільшення лінійної швидкості ПРМ з 50 м/хв. до 70 м/хв. За такої швидкості теоретично досягнуто продуктивність ПРМ на рівні 4600 т/рік (на 48 % більше проектної). Однак, розмельно-підготовче відділення ФБП залишилося без змін, і для забезпечення ПРМ паперовою масою працює на грані своїх технічних можливостей.

З метою забезпечення безперебійної роботи ПРМ паперовою масою для виготовлення паперу для паспортів 90 г/м² на рівні 4800 т/рік за швидкості 70 м/хв. пропонується встановити додаткову лінію розмелювання у відділенні основного розмелювання целюлози.

Лінія складатиметься із двох дискових млинів (поз. 7'), циркуляційного бака (поз. 6'), трубопроводів, механічного обладнання та КВП і А. Дана реконструкція дозволить проводити розмелювання деревної та бавовняної целюлози паралельно, а також здійснювати процес розмелювання у безпечному режимі, уникати перегрівання гарнітури та паперової маси, своєчасно проводити технічне обслуговування і запобігати аварійній ситуації.

Новий режим розмелювання сприятиме отриманню стабільних фізико-механічних показників паперової маси і підвищенню якості паперу для паспортів. І найголовніше дозволить розвинути лінійну швидкість ПРМ до рівня 70 м/хв. та забезпечити продуктивність ФБП до 4800 т/рік паперу для паспортів [1, 4, 6].

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Вимоги до сировини та готової продукції

У технологічному процесі виготовлення паперу для паспортів використовуються нижченаведені фізико-хімічні показники сировини та хімікатів із посиланням на нормативний документ. Вимоги до якості готової продукції нормуються технічними умовами [8].

Целюлоза бавовняна [9]

Таблиця 2.1 – Фізико-хімічні показники

Найменування показника	Норма для сортів			Метод випробування
	Вищий	Перший	Другий	
1. Зовнішній вигляд	Рихла маса білого кольору, яка не містить сторонніх включень у вигляді щепи, піску, кусочків резини, металевих включень і інших домішок нецелюлозного характеру			По п. 4.2
2. Масова доля альфа-целюлози, %, не менше				
а) по ваговому методу для марок :				По п. 4.3
15	98,2	97,2	96,0	По п. 4.3.1
25, 35	98,5	97,7	97,5	
для інших	99,0	98,0	97,5	
б) по фотометричному методу для марок:				
15	98,2	97,2	96,0	По п. 4.3.2
25, 35	98,5	97,7	97,5	
для інших	99,0	98,0	97,5	
3. Змочуваність (для виробництва нітроцелюлози), г, не менше для марки:				
15	145	140	130	По п. 4.4
для інших	150	140	130	
4. Масова доля води, %, не більше	8,0	10,0	10,0	По п. 4.5
5. Масова доля золи, %, не більше	0,1	0,2	0,3	По п. 4.6
6. Масова доля залишку, нерозчиненого в сірчаній кислоті, %, не більше	0,10	0,30	0,50	По п. 4.7
7. Масова доля волокнистого пилу, %, не більше	2,0	2,0	2,0	По п. 4.8
8. Білість, %, не більше	88	85	-	По п. 4.9
9. Маса заліза, мг/кг абсолютно сухої целюлози, не	25	-	-	По п. 4.10

Найменування показника	Норма для сортів			Метод випробування
	Вищий	Перший	Другий	
більше				
10. Динамічна в'язкість, сПа·с (СП) для марок:				По п. 4.11
15		1,0-2,0 (10-20)		
25		2,1-3,0 (21-30)		
35		3,1-4,5 (31-45)		
70		4,6-8,5 (46-85)		
100		8,6-11,5(86-115)		
150		11,6-17,5(116-175)		
250		17,6-30,0(176-300)		
350		30,1-43,0(301-430)		
650		43,1-85,0(431-850)		

Целюлоза сульфатна вибілена із деревини хвойних порід [10]

Таблиця 2.2 – Показники якості целюлози

Найменування показника	Норми для марок				Метод випробування
	SES	ES	LG-1	LG-2	
1. Білість, %, не менше	89	87	87	85	ГОСТ 30437 (ИСО 3688)
2. рН. водної витяжки	5,0-7,0				ГОСТ 12523
3. Механічна міцність при розмелюванні до 60°ШР					ГОСТ 14363.4 (ИСО 5269-2)
• розривна довжина, км, не менше	9,0	8,0	8,0	7,0	ГОСТ 13525.1 (ИСО1924-2)
• Індекс опору роздиранню, мН·м ² /г, не менше	7,8	7,3	_*	-	ГОСТ 13525.3 (ИСО 1974)
5. Засміченість, кількість смітинок площею від 0,1 до 5,0 мм ² , шт., не більше	50	70	50	100	ГОСТ 14363.3
6. Маса целюлози площею 1м ² , г	1000±100				ГОСТ 13199 (ИСО 536)
7. Вологість, %, не більше	20				ГОСТ 16932
* Норматив для даної марки не встановлений					

Целюлоза сульфатна вибілена із суміші листяних порід деревини.

Технічні умови [11]

Таблиця 2.3 – Показники якості целюлози

Найменування показника	Норма для марок		Метод випробування
	Стандарт	Екстра	
1. Розривна довжина, км, не менше	7,0	8,0	ГОСТ 13525.1
2. Білість, %, не менше	87,0	89,0	ГОСТ 30437 (ИСО 3688)
3. Засміченість, мм ² /кг, не більше	4,0	3,0	По міжнародному стандарту
4. Вологість, %, не більше	20,0	20,0	ГОСТ 16932
5. рН водної витяжки	5,0-7,0		ГОСТ 12523 п.4.2

Каоліни фракціоновані для виробництва паперу та картону [12]

Таблиця 2.4 – Фізико-хімічні показники

Найменування показника	Норма для марок			Метод контролю
	КБЕ-1	КБЕ-2	КР 85 Ultra	
Білість (коефіцієнт відбиття), %	83		Не менше 85	По ГОСТ 16680
Залишок, %, не більше	0,03	0,3	0,03	По ГОСТ 19286
Масова доля вологи, %, не більше	15			По ГОСТ 19609.14
Величина концентрації водневих іонів водної витяжки (рН)	7,0-9,0			По ГОСТ 19609.19

Смола поліамідна, модифікована епіхлоргідрином [13]

Таблиця 2.5 – Фізико-хімічні показники

Найменування показників	Норма	Методи випробувань
Зовнішній вигляд	Прозора світло-жовта рідина	Згідно з п.7.3
Масова частка нелетких речовин (сухого залишку), %	від 20,0 до 25,0	Згідно з п.7.4
Масова частка азоту (з перерахуванням на сухий залишок) за методом Кейдаля, %	від 11,5 до 14,0	Згідно з п.7.5
Динамічна в'язкість (25,0±0,1) С, мПа·с	від 6 до 25	Згідно з п.7.6
Реакція середовища, рН	від 3,5 до 5,5	Згідно з п.7.7

Поліуретанова емульсія [14]

Таблиця 2.6 – Фізико-хімічні властивості

Фізичний стан:	рідина
Колір:	білуватий
Запах:	характерний запах
Температура кипіння:	100°C (вода)
Температура займання:	>200°C (закрита кришка)
Питома вага:	1,11 г/см ³
Вага/галон:	9,28 фунтів/галон
Щільність пару:	важчий за повітря
Летючі частини на вагу:	58%
Температура кристалізації:	0°C
pH:	7-9
Розчинність у воді:	повністю розчинний
VOC:	0,82 фунти/галон, 1,94 фунти/галон (менше води), 9,33% загальна вага

Папір для паспортів. Технічні умови [8]

Таблиця 2.7 – Показники якості паперу для паспортів

№ з/п	Назва показника	Норма					Метод випробування
		ПП			ППФ		
		80 (≥50%б.в.)	90 (≥50%б.в.)	100 (≥50%б.в.)	95 (≥90%б.в.)	95 (100%б.в.)	
1	Маса паперу площею 1м ² , г	80,0±3,0	90,0±4,0	100±5,0	95,0±5,0	95,0±5,0	Згідно з ДСТУ 2297
2	Товщина паперу, мкм	92-100	105-120	110-125	105-120	105-120	Згідно з ДСТУ EN20534 та ГОСТ 27015
3	Розривна довжина, м, не менше: -в середньому за двома напрямками	3000	3000	3000	3000	3000	Згідно з ДСТУ 2334
4	Міцність та злом під час багаторазових перегинів, ч.п.п., не менше: -в середньому за двома напрямками	60	60	200	250	250	Згідно з ДСТУ 3476
5	Руйнівне зусилля, Н, не менше	-	-	-	-	60	Згідно з ДСТУ 2334 та 6.3.1.2
6	Лінійна деформація у поперечному напрямі, %, не більше	3,5					Згідно з ГОСТ 12057 (метод1) та 6.3.1.3 цих технічних умов
7	Поверхнева вбирність води під час одностороннього змочування паперу (Кобб ₆₀), г/м ² : - верхній бік - сітковий бік	15-35 15-35	15-35 15-35	15-35 15-35	15-35 15-35	15-35 15-35	Згідно з ДСТУ 3549
8	Гладкість (за Беком), с: - верхній бік - сітковий бік	30-50 30-50	40-60 40-60				Згідно з ДСТУ 3439
9	Вологоміцність, %, не менше	10					Згідно з ГОСТ 13525, та 6.3.1.4
10	Стійкість поверхні до вищипування по Денісону, од.Денісона, не вищипується з обох сторін номером	-			16		Згідно з 6.3.1.5

№ з/п	Назва показника	Норма					Метод випробування
		ПП			ППФ		
		80 (≥50%б.в.)	90 (≥50%б.в.)	100 (≥50%б.в.)	95 (≥90%б.в.)	95 (100%б.в.)	
11	Білість, %, не менше: - верхній бік - сітковий бік	80,0 80,0					Згідно з ДСТУ 2570
12	Непрозорість, %, не менше	88,0	88,0	88,0	85,0	85,0	Згідно з ГОСТ 8874 (метод А)
13	Засміченість, число смітинок у перерахунку на 1м ² паперу, шт., не більше: - площею від 0,25 до 0,50мм ² - площею не більше ніж 0,50мм ²	10 відсутні	10 відсутні	10 відсутні	20 відсутні	20 відсутні	Згідно з ГОСТ 13525.4
14	Вологість, %	5,0-7,0					Згідно з ГОСТ 13525.19
15	pH _{х.е.} водної витяжки, од. рН	-	-	-	-	6-7	Згідно з ДСТУ ISO6588-1
16	Число та довжина захисних волокон у папері площею 1 дм ² , шт.: - видимі флуоресцентні - невидимі флуоресцентні	За вимогою Замовника					Згідно з 6.3.1.6 цих технічних умов
17	Хімічний захист	За вимогою Замовника					Згідно з 6.3.1.7 цих технічних умов
18	Власна флуоресценція	Відсутня					Згідно з 6.3.1.8 цих технічних умов
19	Водяний знак	Згідно затвердженого зразка			Відсутній		Згідно з 6.3.1.9 цих технічних умов
20	Відхилення водяного знаку	-	-	±3	-	-	Згідно з 6.3.1.9 цих технічних умов
21	Відносна косість аркуша, %, не більше	0,2					Згідно з ДСТУ 3529

2.2 Технологічна схема виробництва паперу для виготовлення паспортів

1, 1¹ – транспортер; 2, 2¹ – гідророзбивач; 3,3¹ – конічний млин; 4, 4¹ – насос; 5, 5¹ – приймальний басейн попередньо-розмеленої маси; 6, 6¹ – циркуляційна ємкість; 7, 7¹ – дискові млини; 8, 8¹ – приймальний басейн; 9 – композиційний басейн; 10 – машинний басейн; 11 – конічні рафінери; 12 – бак постійного рівня; 13 – центриклинери; 14, 14¹ – змішувальний насос; 15 – селективфайер; 16 – вібраційна сортувалка; 17 – потокорозподільувач; 18 – формувальна ванна; 19 – формувальний сітковий циліндр; 20 – відсмоктувальний гауч-вал; 21 – відсмоктувальний ящик; 22 – трьохвальний прес; 23, 31 – сушильна частина; 24 – ванна для проклеювання; 25,28 – ємкість готового клеїльного розчину; 26 – клеїльний прес; 27 – сайз-прес; 29,30 – камери (аерофонтанне сушіння); 32, 34 – холодильний циліндр; 35 – софт-каландри; 36 – тягнучий прес; 37 – накат; 39 – гідророзбивач сухого браку; 40,42,44 – басейни; 41 – дисковий фільтр; 45 – реєстрова частина; 43, 46 – згущувач; 47 – гауч-мішалка.

2.2.1 Опис технологічної схеми

Для виготовлення паперу для паспортів використовується целюлоза із однорічної рослини – бавовника та деревна целюлоза із хвойних та листяних порід.

Розволокнення та розмелювання сировини проводиться окремо з врахуванням наступного композиційного складу: 50% целюлоза сульфатна білена з хвойної деревини + целюлоза сульфатна білена з листяної деревини та 50% целюлоза бавовняна.

Сировина з проміжного складу цеху подається в розмелювально-підготовчий відділ. Бавовняна целюлоза за допомогою транспортера (1) подається в гідророзбивач (2). Для розволокнення целюлози використовується обігова вода і задаються технічні параметри розмелювання. Об'єм маси в гідророзбивачі повинен бути постійним для забезпечення заданої концентрації маси в межах 3-4%.

Далі включається розмелювальний конічний млин (3). З цього моменту працює комбінація (2,3), яка діє до кінця попереднього розмелювання. Розволокнена маса із гідророзбивача відцентровим насосом (4) перекачується в басейн попередньо-розмеленої маси (5). Попередньо-розмелена маса відбирається із басейну (5) і через циркуляційну ємкість (6) подається на основне розмелювання на дискових млинах (7). Після заповнення ємкості до заданого рівня починається циркуляція маси в замкнутому циклі між циркуляційною ємкістю (6) і дисковими млинами протягом встановленого часу із заданим навантаженням до одержання необхідних параметрів маси. Після закінчення циклу розмелювання волокниста маса з масовою часткою волокна 3,5% перекачується в басейн розмеленої маси (8). Бавовняна маса повинна мати такі параметри: ступінь млива 45-50 °ШР, довжина волокна 1,2-1,3 мм.

Деревна целюлоза (хвойна та листяна) подається в гідророзбивач (2¹) почергово. Для розволокнення целюлози використовується обігова вода і задаються технічні параметри розмелювання. Об'єм маси в гідророзбивачі повинен бути постійним для забезпечення заданої концентрації маси в межах 3-

4%. Далі включається розмелювальний конічний млин (3'). З цього моменту працює комбінація (2',3'), яка діє до кінця попереднього розмелювання. Розволокнена маса із гідророзбивача відцентровим насосом (4') перекачується в басейн попередньо-розмеленої маси (5'). Попередньо-розмелена маса відбирається із басейну (5') і через циркуляційну ємкість (6') подається на основне розмелювання на дискових млинах (7'). Після заповнення ємкості до заданого рівня починається циркуляція маси в замкнутому циклі між циркуляційною ємкістю (6') і дисковими млинами протягом встановленого часу із заданим навантаженням до одержання необхідних параметрів маси. Після закінчення циклу розмелювання волокниста маса з масовою часткою волокна 3,5% перекачується в басейн розмеленої маси (8'). Деревна маса повинна мати такі параметри: для хвойної целюлози ступінь млива 40-45 °ШР, довжина волокна 0,9-1,1 мм., для листяної целюлози ступінь млива 35-40 °ШР, довжина волокна 0,7-0,8 мм.

Далі волокниста маса дозується із басейнів (8,8¹) в композиційний басейн (9). Сюди ж дозуються підготовлені відходи паперового виробництва (в кількості не більше 25%), каолін та вологоміцна смола. Із композиційного басейну (9) паперова маса з концентрацією 3,5% частково, або повністю насосом перекачується в машинний басейн (10). При цьому підтримується постійний рівень в басейні і відбувається зменшення концентрації у змішувальному насосі. Регулювання концентрації волокна відбувається за допомогою регулятора концентрації, встановленого на масопроводі до машинного басейну. Концентрація маси в басейні складає 2,2%. Далі маса проходить через конічні рафінери (11). Звідки волокниста маса через бак постійного рівня (12) подається у змішувальний насос (14). Для забезпечення ретельного очищення маси перед папероробною машиною та для кращого формування паперового полотна, у змішувальному насосі відбувається розбавлення маси обіговою водою до концентрації 0,7 %.

Розбавлена маса подається на I ступінь центриклинерів (13). На кожній стадії центриклинери працюють паралельно. Відходи від першого ступеня

збираються в жолобі, розбавляються обіговою водою до концентрації 1,0 % і направляються на II ступінь очищення; очищена маса з другого ступеня направляється на повторне очищення на I ступінь; відходи від другого ступеня розбавляються обіговою водою і направляються на III ступінь очищення. Відходи від третього ступеня направляються у відвал, а очищена маса на II ступінь очищення.

Маса, що пройшла очищення на центриклинерах з концентрацією 0,4 % подається на доочищення в селективфайер (вузлоуловлювач) (15), де відбувається очищення від забруднень волокнистого характеру, які за розмірами більші, ніж розмір розмелених волокон (вузлики, костриця, слиз і т.д.).

Формування паперового полотна

Формування паперового полотна відбувається на круглосітковій папероробній машині, а саме на спеціальній сітці формувального циліндра. Процес відбувається в момент занурення циліндра у розбавлену водно-волокнисту суспензію, таким чином переплетення волокон здійснюється під впливом центробіжних сил, які залежать від швидкості машини.

На сітку формуючого циліндру, в місцях визначених специфікацією, приварюють та штампують потрібні тиснення майбутнього водяного знаку.

Очищена паперова маса безперервно поступає в формувальну ванну за концентрації 0,29% (18), де проходить процес рециркуляції. За допомогою поточкорозподільвача (17) забезпечується рівномірне розподілення волокнистої суспензії за шириною формувальної ванни. Вода просочується через сітку всередину циліндра, звідки скидається назовні, проходячи через круглі отвори, розташовані в голівках циліндра. Внаслідок різниці між рівнем маси у ванні і циліндрі утворюється статичний тиск, який сприяє осадженню волокон на поверхню сітки при поступовому її зануренні у волокнисту суспензію.

Між гауч-валом і сітковим циліндром (19) паперове полотно зневоднюється до сухості 15 %. Із сітки формувального циліндра паперове полотно переходить на сітку гауч-вала (20) і проходить через щілинний відсмоктувальний ящик (21), де паперове полотно найбільш зневоднюється до сухості 25%. Процес

переміщення полотна із сітки формувального циліндра на сітку гауч-вала є принципом роботи круглосіткової машини.

Сформоване паперове полотно з гауч-сітки після щільного відсмоктувача підлягає зневодненню під час механічного пресування і відсмоктування на трьохвальному пресі (22). З пресової частини полотно виходить із сухістю 38 %.

Далі полотно надходить в сушильну частину попереднього сушіння папероробної машини (23). Температуру у сушильній частині регулюють так, щоб одержати задану усадку та механічні показники за шириною паперового полотна. Основними конструктивними елементами сушильної частини машини є сушильні, сукносушильні і холодильні циліндри. Всі вони мають приблизно однакову будову, тільки останні служать для охолодження і часткового зволоження полотна.

На виході з попередньої зони сушіння паперове полотно повинно мати сухість 98%. Після попереднього сушіння паперове полотно підлягає поверхневому проклеюванню (24). Папір проходить через товщу розчину для проклеювання. При цьому на верхній та сітковий бік паперу наноситься розчин для проклеювання. Розчин для проклеювання в своєму складі має поліуретанову емульсію, яка надходить в клеїльну ванну (24) з ємкості готового розчину (25).

Під час виходу з ванни паперове полотно проходить між валами клеїльного преса (26), який призначений для кращого проникнення розчину для проклеювання усередину паперу і для часткового усунення його надлишку з поверхні.

Далі паперове полотно проходить через сайз-прес (27), куди подається той самий розчин для проклеювання, але меншої концентрації з ємкості (28), що сприяє вирівнюванню нанесеного шару речовини для проклеювання на папері. Під час виходу із секції поверхневого оброблення паперове полотно має сухість 60%.

Після проклеювання в ванні для проклеювання та сайз-пресі паперове полотно передається в дві камери (аерофонтанне сушіння) (29, 30) з гарячим

повітрям. Температуру в сушарці регулюють зміною тиску пари, що подається в ребристі калорифери камери, і циркулюючого в сушарці повітря.

Сухість полотна після аерофонтанного сушіння становить 80,0%.

Кінцеве сушіння (31) призначене для повного вирівнювання вологості паперового полотна та регулювання за рахунок температури (біля 80 °С)

Далі паперове полотно надходить на холодильні циліндри (32), де охолоджується з обох боків і зволожується за рахунок вологи на стінках циліндрів. Охоложене паперове полотно надходить на кондиціонування (33).

Регулювання вологості повітря в камері автоматичне, з урахуванням кінцевої вологості паперу на накаті 6,0 %.

З камери для кондиціонування паперове полотно через холодильні циліндри (34) надходить на два софт-каландри (35). Каландрування підвищує гладкість, щільність паперу, надає йому рівномірну товщину.

Далі паперове полотно проходить через систему контролю якості і після тягнучого преса (36) намотується в рулони до потрібного діаметра в накаті (37). Готові рулони потрібної ширини і діаметра (не більше 1400 мм) знімаються з накатних механізмів за допомогою мостового крана. Готова продукція передається в ДО та КП для переробки.

Паперові відходи, що утворюються на лінії перероблення паперу (різальна машина, ручне сортування, пакування), поступають у гідророзбивач (39), який попередньо заповнюють водою з реєстрової частини (45) нагрітою до заданої температури 70-80°С.

Одержана розволокнена маса з гідророзбивача надходить в басейн розволокнених відходів (40). Маса розбавляється оборотною водою з реєстрової частини (45).

Відходи деякий час циркулюють між басейном і ентштипером (41) до повного розпускання згустків і перекачуються в басейн готових відходів (42), в який також подається згущений мокрий брак і скоп з дискового фільтра (46) звідки поступають, в певній кількості, в композиційний басейн (9) з концентрацією 3,5%. Для стабілізації властивостей готової продукції, оборотний

брак вводять в композиційний басейн паперової маси в суворо дозованій кількості [1].

Сортування та пакування готової продукції

Папір в рулонах, знятий з накату папероробної машини, направляється на дільницю обробки та контролю паперу. Розрізання та намотування паперу в рулони, обрізання крайок, видалення дефектного паперу в місцях обривів здійснюється в дільниці обробки та контролю паперу. На ротаційній аркушерізці папір розрізається на аркуші заданого формату. Розрізання паперу на аркушерізці проходить за введеним в програму форматом. Установа електронного сортування за допомогою цифрових відеокамер ISRA дозволяє контролювати паперове полотно, виявляє та відображає на моніторі наявність плям, бруду, вузликів із волокон, пластмаси, чорних крапок і т.д.

На готовому до пакування папері різальник відповідно до схеми робить вирубку у вигляді напівмісяця на вирубному верстаті. Вирубка дозволяє визначати направлення аркуша при подачі в друкарську машину.

Після вирубного преса на першій лічильній машині формують стопи аркушів з певної кількості листів, яка визначається нормативною документацією. Сформована стопа аркушів паперу підраховується на лічильній машині і після цього подається на упаковку. Пакування та маркування продукції проводиться відповідно вимог нормативної документації на відповідний папір. Запакована, промаркована та оформлена актом продукція здається на склад готової продукції.

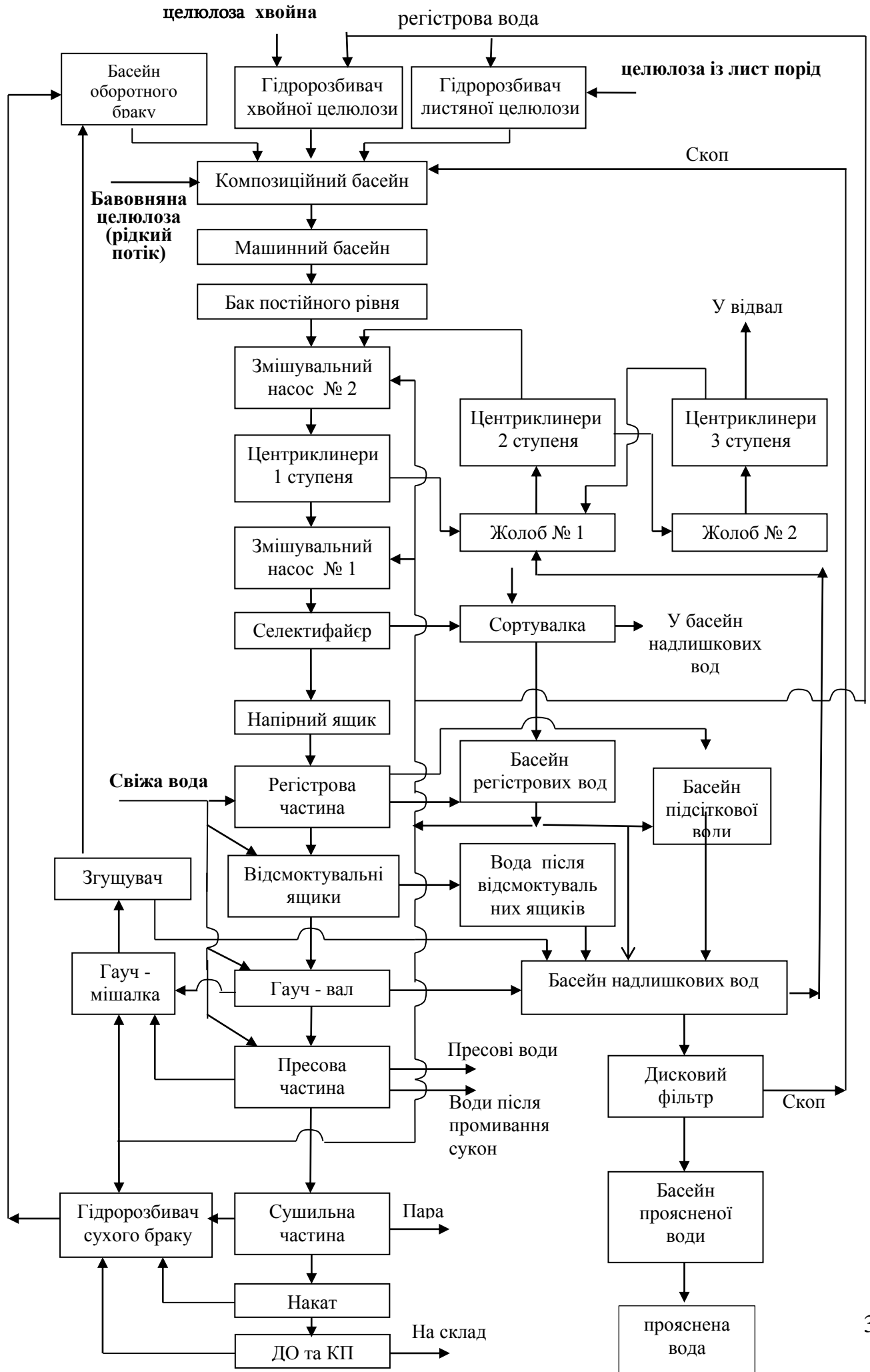
2.3 Матеріальний баланс виробництва продукції

Таблиця 2.8 – Вихідні дані для розрахунку балансу

Найменування статей	Вихідні дані	
	Дані виробництва	Приймаємо до розрахунку
1. Концентрація маси на різних стадіях виробництва, %		
В накаті	94,0-96,0	94,0
Після пресів	36,0-40,0	38,0
Після гауч-валу	18,0-20,0	19,0
Після відсмоктувальних ящиків	10,0-12,0	12,0
В поточкорозподільвачі	0,2-0,5	0,3
В баці постійного рівня	3,2-3,5	3,5
В композиційному басейні	3,2-3,5	3,5
В машинному басейні	3,2-3,5	3,5
В басейні оборотного браку	3,2-3,5	3,5
Згущувач мокрого браку	3,2-3,5	3,5
Гідророзбивач сухого браку	3,2-3,5	3,5
Гідророзбивач хвойної целюлози	3,2-3,5	3,5
Гідророзбивач листяної целюлози	3,2-3,5	3,5
Гідророзбивач бавовняної целюлози	3,2-3,5	3,5
Гауч-мішалка	0,8-1,0	0,8
Басейн оборотного браку	3,2-3,5	3,5
Після селективфайера	0,2-0,4	0,3
Після змішувального насоса №1	0,50-0,65	0,503
Після змішувального насоса №2	0,70-0,75	0,7304
Після центриклинерів I ступеня	0,67-0,71	0,7
Після центриклинерів II ступеня	0,40-0,43	0,4
2. Концентрація відхідних вод, %		
Регістрова вода	0,17-0,20	0,18
Підсіткові води	0,003-0,004	0,004
Щілинного відсмоктувача	0,10-0,12	0,1
Пресові води	0,10	0,1
Від промивання сітки	0,001	0,001
Прояснених вод після дискового фільтра	0,001	0,001
В басейні надлишкових вод	0,20	0,2
Від плоскої сортувалки	0,68-0,68	0,6
Згущувача мокрого браку	0,03-0,04	0,04
3. Витрата свіжої та надлишкової води, л/т паперу		
Свіжа вода на промивання сіток	3000,0	3000,0

Найменування статей	Вихідні дані	
	Дані виробництва	Приймаємо до розрахунку
Свіжа вода на спорски і відсічки відсмоктувальних ящиків	1500,0	1500,0
Свіжа вода на промивання сукон	1500,0	1500,0
Свіжа вода на відсічки на гаучі	3000,0	3000,0
Надлишкова вода на сортувалку	900,0	900,0
4. Кількість браку, % від маси паперу		
В процесі оброблення паперу	2,5	1,0
На накаті	2,5	1,5
В процесі сушіння паперу	2,0	1,0
Мокрий брак	3,0	1,0
Після гауч-вала	2,0	1,0
5. Композиція паперу, %		
Хвойна целюлоза	35,0	35,0
Листяна целюлоза	20,0	20,0
Бавовняна целюлоза	45,0	45,0
6. Концентрація відходів сортування, %		
Відходи селективфайєра	1,5	0,9000
Центриклинєрів I ступєня	1,2	1,0000
Центриклинєрів II ступєня	0,75	0,7000
Центриклинєрів III ступєня	0,72	0,5000
Відходи плоскої сортувалки	4,0	1,0
7. Сухість початкових напівфабрикатів %		
Хвойна целлюлоза	88,0	88,00
Бавовняна целлюлоза	88,0	88,00
8. Кількість відходів сортування, % (кг/т)		
Цетриклинєри III ступєня	2	1,00
Вузлоуловлювач	3,5	2,00
Селективфайєр	2,0	1,0

2.3.1 Блок-схема виробництва паперу для виготовлення паспортів



2.3.2 Розрахунок матеріального балансу води та волокна

Розрахунок матеріального балансу води і волокна виробництва паперу для виготовлення паспортів виконаний з використанням програмного забезпечення на базі «Microsoft Excel».

Розрахунок проведено згідно блок-схеми.

Склад готової продукції:

На склад поступає 1000 кг паперу із заданою сухістю 94 %.

Отже, в ньому міститься:

абсолютно-сухого волокна – $1000 \times 0,94 = 940$ кг,

води – $1000 - 940 = 60$ кг.

Дільниця обробки та контролю паперу

З урахуванням 1 % браку, що утворюється під час оброблення паперу ($1000 \times 0,01 = 10$ кг) та надходить до гідророзбивача сухого браку, на ДО та КП повинно поступити $1000 + 10 = 1010$ кг.

В папері, що проходить через ДО та КП міститься:

абсолютно сухого волокна – $1010 \times 0,94 = 949,4$ кг,

води – $1010 - 949,4 = 60,6$ кг.

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
З накату	1010,00	94,00	949,40	60,60
Надійшло (всього)	1010,00		949,40	60,60
На склад	1000,00	94,00	940,00	60,00
В г/розб. сух. браку	10,00	94,00	9,40	0,60
Пішло (всього)	1010,00		949,40	60,60

Накат

З урахуванням 1,5% браку, що утворюється під час намотування паперу ($1000 \times 0,015 = 15$ кг), що надходить до гідророзбивача сухого браку, на накат повинно надійти $1010 + 15 = 1025$ кг помірно сухого паперу.

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

абсолютно-сухого волокна – $1025 \times 0,94 = 963,5$ кг,

води – 1025 – 963,5 = 61,5 кг.

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після сушіння	1025,00	94,00	963,50	61,50
Надійшло(всього)	1025,00		963,50	61,50
На До та КП	1010,00	94,00	949,40	60,60
В г/розб. сух. браку	15,00	94,00	14,10	0,90
Пішло (всього)	1025,00		963,50	61,50

Сушильна частина

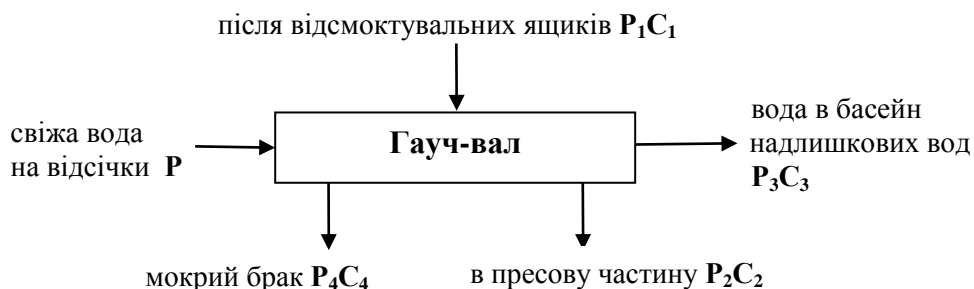


Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після пресів	2560,26	38,00	972,90	1587,36
Надійшло(всього)	2560,26		972,90	1587,36
На накат	1025,00	94,00	963,50	61,50
Втрати пару	1525,26	0,00	0,00	1525,26
В г/розб. сух. браку	10,00	94,00	9,40	0,60
Пішло (всього)	2560,26		972,90	1587,36

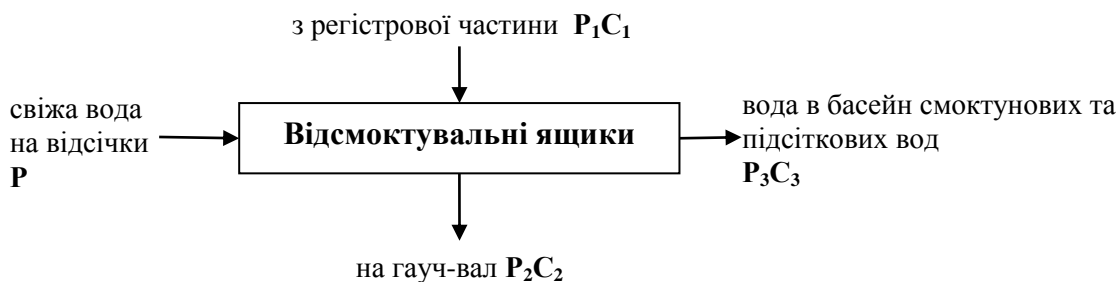


Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після гауч-вала	5154,20	19,00	979,30	4174,91
Св. вода на пр.сукон	1500,00	0,00	0,00	1500,00
Надійшло(всього)	6654,20		979,30	5674,91
На сушіння	2560,26	38,00	972,90	1587,36
Пресові води	2583,94	0,1000	2,58	2581,36
Води в/пром. сукон	1500,00	0,0010	0,02	1499,99
В г/зміш. мокр. браку	10,00	38,00	3,80	6,20

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Пішло (всього)	6654,20		979,30	5674,91



Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після відсм. ящиків	8178,66	12,00	981,44	7197,22
Св. вода на відсічки	3000,00	0,00	0,00	3000,00
Надійшло(всього)	11178,66		981,44	10197,22
На пресову. частину	5154,20	19,00	979,30	4174,91
Води від гауч-вала	6014,46	0,0040	0,24	6014,22
В г/зміш. мокр. браку	10,00	19,00	1,90	8,10
Пішло (всього)	11178,66		981,44	10197,22



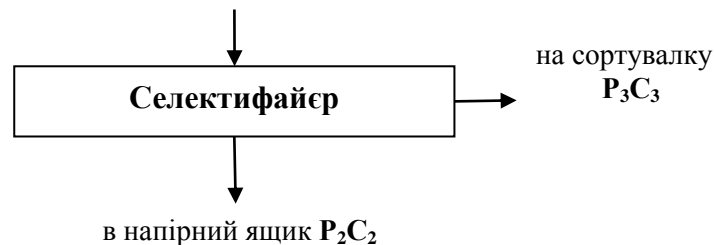
Найменування	Маса, кг	Концентрація,	Волокно, кг	Вода, кг
Після реєстр. частини	24580,74	4,00	983,23	23597,51
Св. вода на відсічки	1500,00	0,00	0,00	1500,00
Надійшло(всього)	26080,74		983,23	25097,51
На гауч-вал	8178,66	12,00	981,44	7197,22
Води в бас. відсм. води	17902,08	0,0100	1,79	17900,29
Пішло (всього)	26080,74		983,23	25097,51



Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після н. ящика	782511,99	0,30	2347,54	780164,46
Свіжа вода на пром. сітки	3000,00	0,000	0,00	3000,00

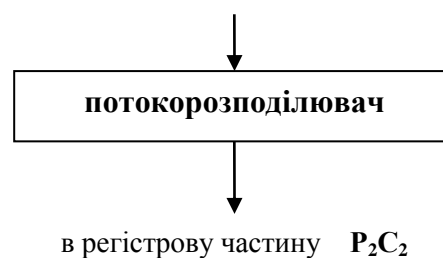
Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Надійшло (всього)	785511,99		2347,54	783164,46
На відсм. ящики	24580,74	4,00	983,23	23597,51
Регістрові води	757931,25	0,1800	1364,28	756566,97
Підсіткові води	3000,00	0,0010	0,03	2999,97
Пішло (всього)	785511,99		2347,54	783164,46

із змішувального насоса №1 P_1C_1



Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після зміш. нас. №1	798162,23	0,3118	2488,39	795673,84
Надійшло(всього)	798162,23		2488,39	795673,84
На н/ящик	782511,99	0,3000	2347,54	780164,46
На плоску сортувал.	15650,24	0,9000	140,85	15509,39
Пішло (всього)	798162,23		2488,39	795673,84

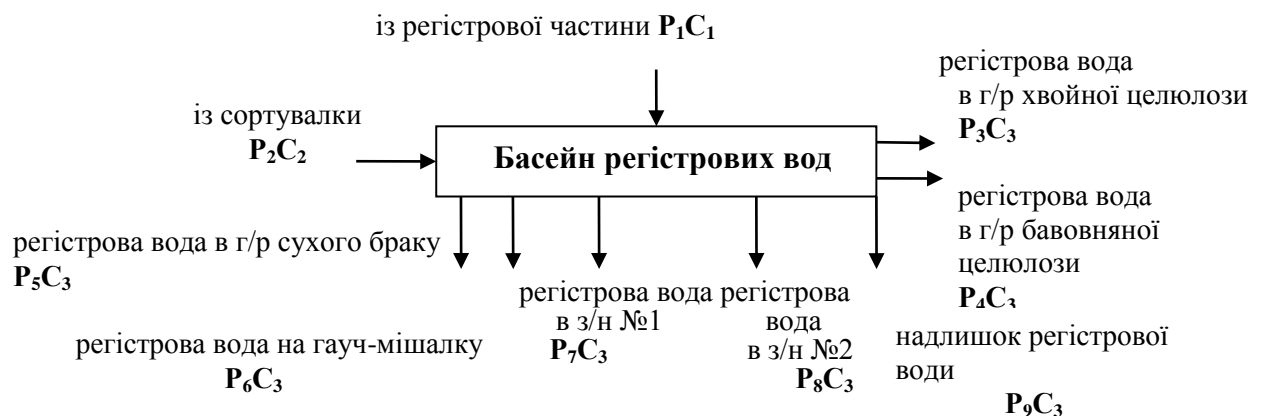
із селектифайєра P_1C_1



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

$$P_2 = 798162,23 \text{ кг}; C_2 = 0,30 \text{ \%}.$$

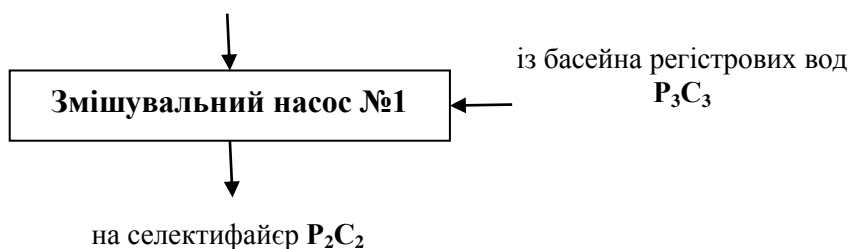
Басейн реєстрових вод



Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після н. ящика	782511,99	0,30	2347,54	780164,46
Свіжа вода на пром.сітки	3000,00	0,000	0,00	3000,00
Надійшло (всього)	785511,99		2347,54	783164,46
На відсм. ящики	24580,74	4,00	983,23	23597,51
Регістрові води	757931,25	0,1800	1364,28	756566,97
Підсіткові води	3000,00	0,0010	0,03	2999,97
Пішло (всього)	785511,99		2347,54	783164,46

Змішувальний насос №1

від центриклинерів 1 ступеня P_1C_1



Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Регістова вода	599678,10	0,1833	1099,00	598579,11
Після центрикл. Іст.	198484,13	0,7000	1389,39	197094,74
Надійшло(всього)	798162,23		2488,39	795673,84
На селективфайєр	798162,23	0,3118	2488,39	795673,84
Пішло (всього)	798162,23		2488,39	795673,84

Центриклинери 1 ступінь

із змішувального насоса №2 P_1C_1



Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після зміш. насоса №2	223854,28	0,7340	1643,09	222211,19
Надійшло(всього)	223854,28		1643,09	222211,19
На змішув. насос №1	198484,13	0,7000	1389,39	197094,74
На центрикл. II і III ст.	25370,15	1,0000	253,70	25116,45
Пішло (всього)	223854,28		1643,09	222211,19

Центриклинери 2 і 3 ступінь



Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після центрикл. I ст.	25370,15	1,0000	253,70	25116,45
Надлиш. вода в жолоб I і II	50663,27	0,0998	50,58	50612,68
Надійшло(всього)	76033,42		304,28	75729,14
В змішув. насос №2	75883,42	0,4000	303,53	75579,89
Відходи у відвал	150,00	0,5000	0,75	149,25
Пішло (всього)	76033,42		304,28	75729,14

Змішувальний насос № 2



Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Регістрова вода	115759,12	0,1833	212,15	115546,97
Від центриклин. II ст.	75883,42	0,4000	303,53	75579,89
З БПР	32211,74	3,5000	1127,41	31084,33
Надійшло(всього)	223854,28		1643,09	222211,19
На центрикл. I ст.	223854,28	0,7340	1643,09	222211,19
Пішло (всього)	223854,28		1643,09	222211,19

Бак постійного рівня

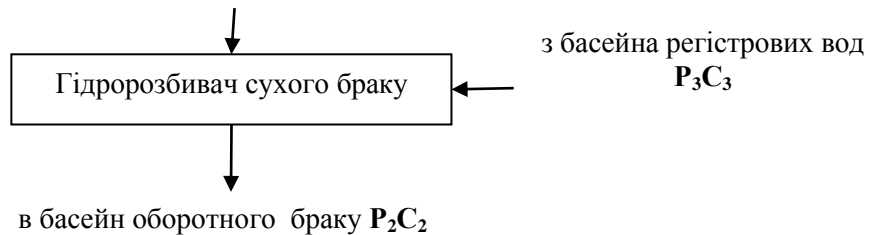


Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після машин. басейна	32211,74	3,5000	1127,41	31084,33
Надійшло(всього)	32211,74		1127,41	31084,33
На зміш. насос №2	32211,74	3,5000	1127,41	31084,33
Пішло (всього)	32211,74		1127,41	31084,33

Розрахунок блоків перероблення сухого та мокрого браку

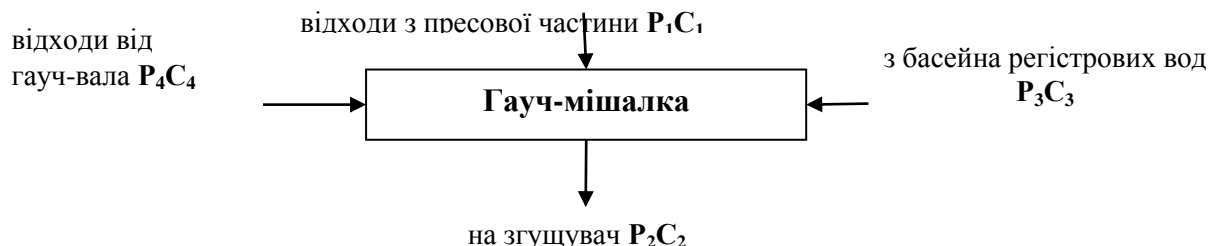
Гідророзбивач сухого браку

відходи з ПРВ, сушильної частини, накату P_1C_1



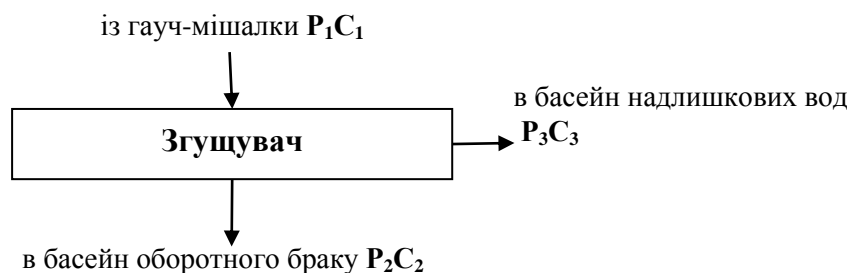
Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
З ДО та КП	10,00	94,00	9,40	0,60
З накату	15,00	94,00	14,10	0,90
З сушіння	10,00	94,00	9,40	0,60
З бас-ну рег. вод	955,01	0,1833	1,75	953,26
Надійшло(всього)	990,01		34,65	955,36
В басейн обор. браку	990,01	3,5000	34,65	955,36
Пішло (всього)	990,01		34,65	955,36

Гауч-мішалка



Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
З пресової частини	10,00	38,00	3,80	6,20
З гауч-вала	10,00	19,00	1,90	8,10
З бас-ну рег. вод	898,28	0,1833	1,65	896,63
Надійшло (всього)	918,28		7,35	910,93
На згущ. мокрого браку	918,28	0,8000	7,35	910,93
Пішло (всього)	918,28		7,35	910,93

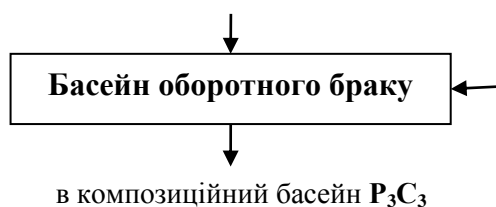
Згущувач



Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після зміш. мокр. браку	918,28	0,8000	7,35	910,93
Надійшло (всього)	918,28		7,35	910,93
В басейн обор.браку	201,70	3,5000	7,06	194,64
В басейн надл.вод	716,58	0,0400	0,29	716,29
Пішло (всього)	918,28		7,35	910,93

Басейн оборотного браку

із гідророзбивача сухого браку P_1C_1

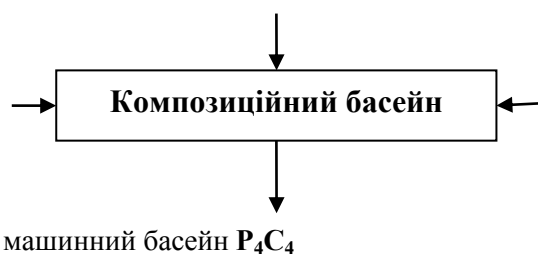


Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
З г/розбив. сух.браку	990,01	3,50	34,65	955,36
Зі зміш. мокрого браку	201,70	3,50	7,06	194,64
Надійшло(всього)	1191,71		41,71	1150,00
В композиц. басейн	1191,71	3,50	41,71	1150,00
Пішло (всього)	1191,71		41,71	1150,00

Композиційний басейн

з гідророзбивачів целюлози P_1C_1

з басейна
оборотного
браку
 P_2C_2

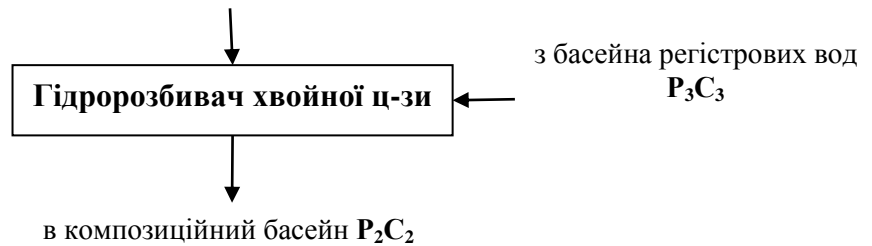


Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Із г/розбив. хв. цел-зи	10794,54	3,5000	377,81	10416,73
Із г/розб. лист. цел-зи	6168,31	3,5000	215,89	5952,42
Бавовн. волокно (рідк.потік)	13878,69	3,5000	485,75	13392,94

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Із басейна обіг. браку	1191,71	3,5000	41,71	1150,00
Скоп з диск. фільтра	178,50	3,5000	6,25	172,25
Надійшло(всього)	32211,74		1127,41	31084,33
В машинний басейн	32211,74	3,5000	1127,41	31084,33
Пішло (всього)	32211,74		1127,41	31084,33

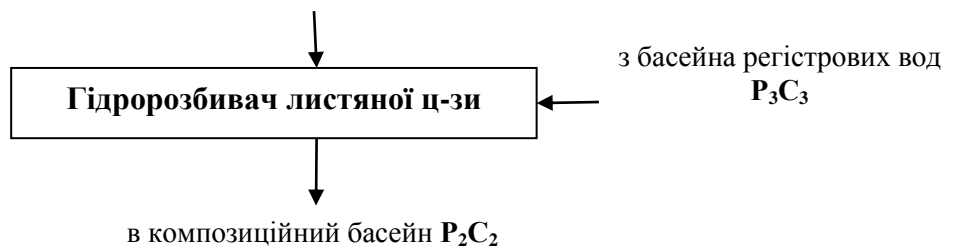
Гідророзбивач хвойної целюлози

хвойна целюлоза (зі складу) P_1C_1

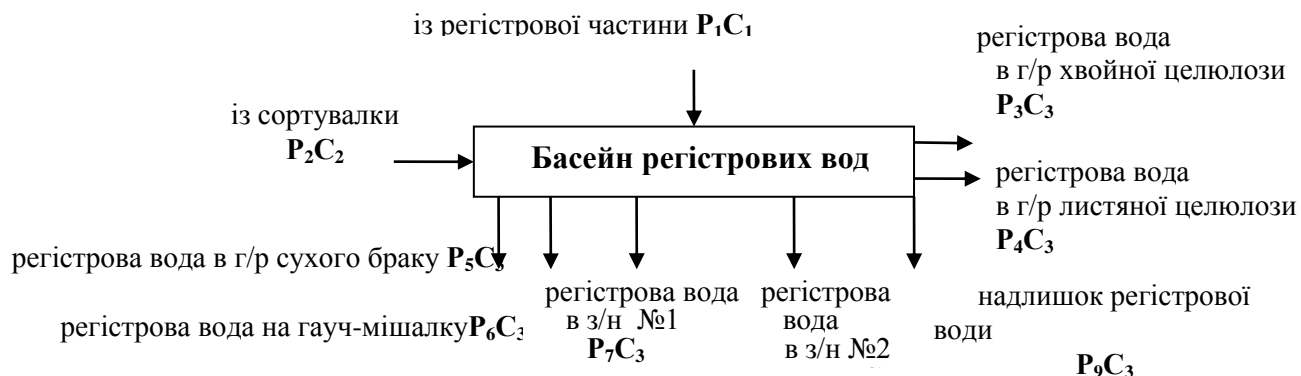


Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Хв. цел-за зі складу	407,70	88,00	358,77	48,92
Вода з бас. рег. вод	10386,84	0,1833	19,04	10367,80
Надійшло(всього)	10794,54		377,81	10416,73
В композиційний бас.	10794,54	3,50	377,81	10416,73
Пішло (всього)	10794,54		377,81	10416,73

листяна целюлоза (зі складу) P_1C_1

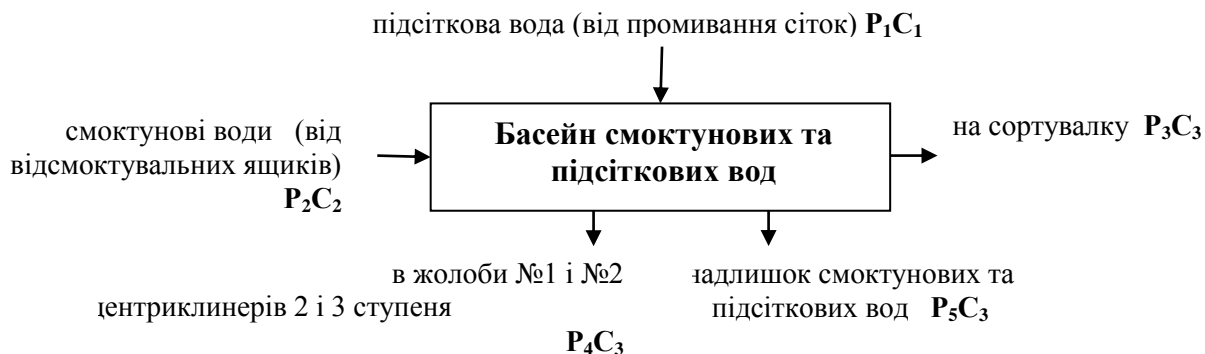


Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Лист. цел-за зі складу	232,97	88,00	205,01	27,96
Вода з бас. рег. вод	5935,34	0,1833	10,88	5924,46
Надійшло (всього)	6168,31		215,89	5952,42
В композиційний бас.	6168,31	3,50	215,89	5952,42
Пішло (всього)	6168,31		215,89	5952,42



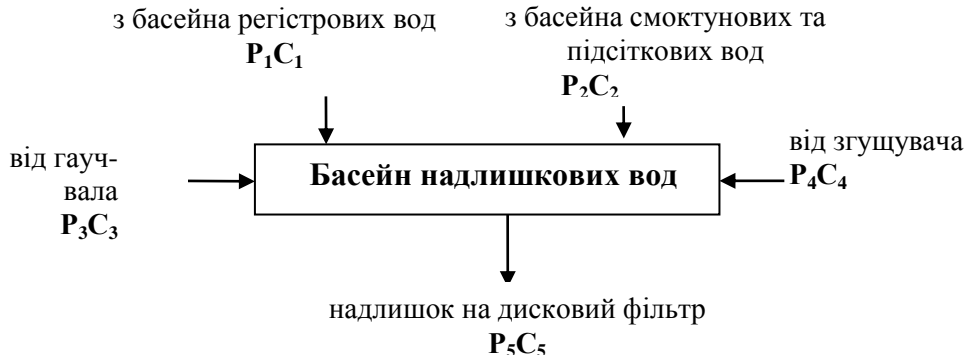
Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
З реєстрової частини	757931,25	0,1800	1364,28	756566,97
Від плоск. сортув.	5937,92	0,6000	35,63	5902,29
Надійшло(всього)	763869,17		1399,90	762469,27
На зм. насос №1	599678,10	0,1833	1099,00	598579,11
На зм. насос №2	115759,12	0,1833	212,15	115546,97
На г/розб. лист.цел.	5935,34	0,1833	10,88	5924,46
На г/розб. хвойн. цел.	10386,84	0,1833	19,04	10367,80
На г/розб. сухого браку	955,01	0,1833	1,75	953,26
На зміш. мокр. браку	898,28	0,1833	1,65	896,63
В басейн надл. вод	30256,48	0,1833	55,45	30201,04
Пішло (всього)	763869,17		1399,90	762469,27

Басейн смоктунових та підсіткових вод



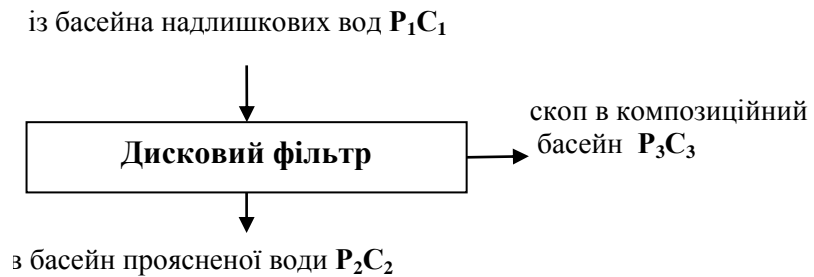
Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Від промив.сітки	3000,00	0,0010	0,03	2999,97
				0,00
Надійшло (всього)	3000,00		0,03	2999,97
В басейн надлишк.вод	3000,00	0,0010	0,03	2999,97
Пішло (всього)	3000,00		0,03	2999,97

Басейн надлишкових вод



Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
З басейну рег. вод	30256,48	0,1833	55,45	30201,04
З басейну підсітк. вод	3000,00	0,0010	0,03	2999,97
З басейну вод відсм. ящ.	17902,08	0,0100	1,79	17900,29
Від гауч-вала	6014,46	0,0040	0,24	6014,22
Від сгуш. мокр. браку	716,58	0,0400	0,29	716,29
Надійшло(всього)	57889,60		57,80	57831,80
В жолоб №1 і №2	50663,27	0,0998	50,58	50612,68
На сортувалку	900,00	0,0998	0,90	899,10
На дисковий фільтр	6326,33	0,0998	6,32	6320,02
Пішло (всього)	57889,60		57,80	57831,80

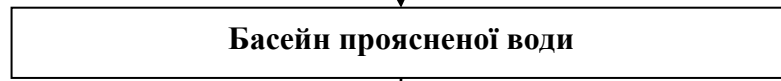
Дисковий фільтр



Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
З басейну надл. вод	6326,33	0,0998	6,32	6320,02
Надійшло (всього)	6326,33		6,32	6320,02
В композиц. басейн	178,71	3,50	6,25	172,45
В басейн освітл. вод	6147,63	0,0010	0,06	6147,56
Пішло (всього)	6326,33		6,32	6320,02

Басейн прояснених вод

з дискового фільтра P_1C_1



надлишкова прояснена вода P_2C_2

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після дисков. фільтра	6147,63	0,0010	0,06	6147,56
Надійшло(всього)	6147,63		0,06	6147,56
На очисні споруди	6147,63	0,0010	0,06	6147,56
Пішло (всього)	6147,63		0,06	6147,56

Таблиця 2.9 – Результати зведеного балансу води і волокна

Волокно (абс. сух.), кг	Надходження	Витрата
Хвойна целюлоза (вибілена)	358,77	
Листяна целюлоза (вибілена)	205,01	
Бавовняне волокно	485,75	
Всього:	1 049,54	
Готова продукція		940,00
Відходи центриклинерів 3 ступеня		0,75
З пресовими водами		2,58
З водою після промивання сукон		0,02
З надлишковими водами		0,06
	Всього:	1 049,53
Вода, кг	Надходження	Витрата
З хвойною целюлозою	48,92	
З листяною целюлозою	27,96	
З бавовняною целюлозою	13392,94	
Свіжа вода на промивання сіток	3000,00	
Свіжа вода на відсічки відсмоктувальних ящиків	1500,00	
Свіжа вода на промивання сукна	1 500,00	
Свіжа вода на відсічки в гаучі	3 000,00	
Всього:	22 469,82	
З готовою продукцією		60,00
З паром в процесі сушіння		1525,26
З відходами центриклинерів 3 ступеня		149,25
З пресовими водами		2581,36
Вода після промивання сукон		1499,99
Надлишкові води		6147,56
З відходами сортувалки (на переробку)		10506,20
	Всього:	22 469,62

Безповоротні втрати волокна становлять:

$$0,75 + 2,58 + 0,02 + 0,06 = 3,41 \text{ кг.}$$

В такому випадку вимої волокна (ВВ) становлять:

$$ВВ = \frac{3,41 \cdot 100}{1049,53} = 0,32 \%$$

2.4 Розрахунок основного технологічного обладнання

Папероробна машина фабрики була встановлена 1996 року італійською компанією Fabrigano. Вона дозволяє виготовляти банкнотний та документний папір з елементами захисту в діапазоні від 70 г/м² до 120 г/м².

ПРМ складається із прямоочної формувальної ванни із задньою рециркуляцією та поточкорозподілювача, круглосіткового формуючого циліндру, відсмоктувального гауч-вала, трьохвального пресу, сушильної частини (попередньої та остаточної), клеїльної ванни, сайз-пресу, каландрів.

Машина оснащена механічним та електричним приводом, допоміжним устаткуванням, системою управління та контролю, включаючи систему управління якістю полотна паперу та іншими системами.

Для намотування полотна паперу в рулони передбачений периферичний накат з гідравлічною системою притиску тамбурних валів. Заправка полотна здійснюється вручну.

Технічні характеристики ПРМ КМ1:

обрізна ширина – 1800 мм;

необрізна – 1950 мм;

робоча швидкість – 50 м/хв.;

швидкість за приводом – 70 м/хв.

Привід ПРМ здійснюється за допомогою електродвигунів.

Годинна продуктивність папероробної машини КМ1 розраховується за формулою:

$$Q_{\text{год}} = 0,06 \times B_0 \times U \cdot g \times K_1 \times K_2$$

де, 0,06 – коефіцієнт для переведення швидкості за часом (хвилин в години)

та маси листа паперу в кілограми;

B_0 – обрізна ширина полотна паперу, м;

U – швидкість машини, м/хв.;

g – маса 1 м² полотна, г;

$K_1 = 0,95 \dots 0,98$ – коефіцієнт, що враховує холостий хід машини;

$K_2 = 0,9$ – коефіцієнт використання максимальної швидкості машини.

Годинна продуктивність папероробної машини КМ1 становить:

$$Q = 0,06 \times 1,8 \times 70 \times 90 \times 0,96 \times 0,9 = \mathbf{587,86 \text{ кг/год.}}$$

Добова продуктивність папероробної машини КМ1 становить:

$$Q_d = Q_{\text{год}} \times t_d = 587,86 \times 22,5 = \mathbf{13\ 226,85 \text{ т/доб.}}$$

де, $t_d = 22,5$ – кількість годин безперервної роботи машини за добу.

Планова річна продуктивність папероробної машини КМ1 становить:

$$\text{ПП} = Q_d \times T_{\text{эф}} = 13\ 226,85 \times 365 \approx \mathbf{4\ 800 \text{ т/рік [15].}}$$

Гідророзбивач TORNADO BEMATEC

продуктивність – 7 т/доб.;

матеріал – нержавіюча сталь;

місткість – 11,5 м³;

перепускна спроможність – 4000 дм³/хв.;

діаметр ротора – 1000 мм;

робоча потужність – 220 кВт;

потужність холостого ходу – 135 кВт;

потужність електричного двигуна – 250 кВт;

кількість – 2 шт.

Конічний рафінер CLAFLIN BEMATEC

продуктивність – 7 т/доб.;

матеріал – нержавіюча сталь/ вуглецева сталь;

робоча потужність – 220 кВт;

потужність холостого ходу – 40 кВт;

потужність електричного двигуна – 250 кВт;

перепускна спроможність – 4000 дм³/хв.;

кількість – 2 шт.

Ємкість циркуляційна EUROIMPIANTI

матеріал – нержавіюча сталь;

місткість – 5 м³;

діаметр – 1100 мм;

висота – 5700 мм;

кількість – 2шт.

Дисковий млин МД-1Ш5

продуктивність – 8-25 т/доб.;

матеріал – нержавіюча сталь/ вуглецева сталь;

діаметр дисків – 630 мм;

частота обертів ротора – 1000 хв⁻¹;

робоча потужність – 160 кВт;

потужність холостого ходу – 115 кВт;

окружна швидкість ротора – 33 м/с;

кількість – 4 шт. [16].

Басейн приймальний попередньо розмеленої маси COMER

матеріал – нержавіюча сталь;

місткість – 30 м³;

діаметр – 3000 мм;

висота – 6500 мм;

пристрій перемішування – вал з лопатями;

частота обертання електричного двигуна – 215 хв⁻¹;

потужність електричного двигуна – 250 кВт;

кількість – 2шт.

Насос подачі маси з басейну

продуктивність – 120 м³/год.;

висота напору – 30 м;

потужність електричного двигуна – 20 кВт;

кількість – 2шт.

Басейн приймальний розмеленої маси COMER

матеріал – нержавіюча сталь;

місткість – 30 м³;

діаметр – 3000 мм;

висота – 6500 мм;

пристрій перемішування – вал з лопатями;
частота обертання електричного двигуна – 217 хв^{-1} ;
потужність електричного двигуна – 18,5 кВт;
кількість – 2 шт.

Басейн композиційний COMER

матеріал – нержавіюча сталь;
місткість – 20 м^3 ;
діаметр – 2500 мм;
висота – 6500 мм;
пристрій перемішування – вал з лопатями;
частота обертання електричного двигуна – 215 хв^{-1} ;
потужність електричного двигуна – 18,5 кВт;
кількість – 1 шт.

Басейн машинний COMER

матеріал – нержавіюча сталь;
місткість – 20 м^3 ;
діаметр – 2500 мм;
висота – 6500 мм;
пристрій перемішування – вал з лопатями;
частота обертання електричного двигуна – 215 хв^{-1} ;
потужність електричного двигуна – 18,5 кВт;
кількість – 1 шт.

Сортувалка вібраційна СВ-02

матеріал – нержавіюча сталь;
продуктивність – 30-90 т/доб.;
площа поверхні сита – $1,8 \text{ м}^2$;
масова частка волокна на вході – 1,5-2,0 %;
діаметр отворів сита – 3 мм;
частота коливань сита – 2,7 мм;
потужність електричного двигуна – 7,5 кВт.;

кількість – 1 шт.

Згущувач шаберний СШ-5,5

матеріал – нержавіюча сталь;

продуктивність – 30-60 т/доб.;

концентрація волокна:

на вході – 1,8-2,3 %;

на виході – 3,5-5,0 %;

параметри сіткового циліндра:

діаметр – 700 мм;

довжина – 1800 мм;

площа бічної поверхні – 25 м²;

частота обертання барабана – 14 м⁻¹;

споживча потужність – 3,7 кВт;

частота обертання ротора – 1400 м⁻¹.

кількість – 1 шт.

Установка вихрових конічних очисників марки CPL-700 CELLECO HEDEMORA

продуктивність – 8000 дм³/хв.;

перепускна спроможність очисника – 1900 л/хв.;

тиск на вході – 0,3 МПа;

концентрація на вході – 3,5 - 5,5 %;

кількість очисників за ступенями:

I – 9, II – 5, III – 1.

Вузлоуловлювач селективфайер LAMORT

матеріал – нержавіюча сталь;

продуктивність – 8000 дм³/хв.;

концентрація на вході – 0,25-0,45 %;

тиск на вході – 0,20-0,40 МПа;

діаметр отворів сита – 1,2 мм;

потужність електродвигуна – 45 кВт.;

кількість – 1 шт.

Формувальний циліндр WOOLLARD AND HENRY

матеріал – нержавіюча сталь;

діаметр 1072 мм;

ширина 2000 мм;

кількість – 1 шт.

Формувальна ванна VOINT

матеріал – нержавіюча сталь;

витрата – 6015 дм³/год.;

концентрація маси – до 4%;

ширина – 2150 мм;

кількість – 1 шт.

**Гауч-вал пневмоавтоматичний двокамерний відсмоктувальний
WOOLLARD AND HENRY**

матеріал – нержавіюча сталь;

обрізна ширина – 2100 мм;

максимальна швидкість – 6 м/с;

діаметр – 800 мм;

довжина – 2800 мм;

кількість – 1 шт.

Щілинний відсмоктувач SICMA

матеріал – нержавіюча сталь;

габаритні розміри – 900×1850 мм;

кількість – 1 шт.

Сушильні циліндри VALMET

матеріал – чавун;

діаметр – 1500 мм;

ширина – 2000 мм;

кількість – 14 шт.

Клеїльна ванна SICMA

матеріал – нержавіюча сталь;

об'єм – 1,8 м³;

кількість – 1 шт.

Сайз-прес SICMA

матеріал – вуглецева сталь із гумовим покриттям;

діаметр – 454/454 мм;

ширина – 1900 мм;

кількість – 1 шт.

Аерофонтанна сушарка VALMET

матеріал – вуглецева сталь;

габаритні розміри камер:

довжина – 3770 мм;

ширина – 2040 мм;

кількість – 1 шт.

Циліндр холодильний SICMA

матеріал – вуглецева сталь;

діаметр – 395 мм;

ширина – 1950 мм;

кількість – 2 шт.

Каландр HUNT&MOSCROP

матеріал – вуглецева сталь/ вуглецева сталь покрита гумою;

діаметр валів – 410/520 мм;

кількість – 4 шт.

Малий тягнучий прес SICMA

матеріал – вуглецева сталь покрита гумою;

діаметр валів – 300/310 мм;

кількість – 2 шт.

Накат периферичний SICMA

матеріал – вуглецева сталь;

діаметр циліндра – 1400 мм;

ширина барабану – 850 мм;

кількість – 1 шт.

Гідророзбивач оборотного браку HELICO LAMORT

матеріал – нержавіюча сталь;

продуктивність – 2,5 т/добу;

місткість ванни – 6 м³;

діаметр ротора – 880 мм;

швидкість обертання ротора – 980 об/хв.;

потужність електродвигуна – 75 кВт;

число обертів ротора – 770 об/хв.;

кількість – 1 шт.

Ротаційна аркушерізка PASABAN

продуктивність – 10-15 т/доб.;

ширина машини – 1100 мм;

швидкість – 250 м/хв.;

максимальний діаметр рулону – 1250 мм;

мінімальний діаметр рулону – 500 мм;

ширина рулону – 1000 мм;

мінімальна ширина рулону – 400 мм;

діаметр гільзи – 150 мм.

кількість – 1 шт.

2.5 Розрахунок теплового балансу

Процес контактного сушіння паперового полотна характеризується кількістю сушильних циліндрів, через які проходить полотно. При переході з одного циліндра на інший полотно по черзі контактує сітковою та верхньою сторонами. В технологічному процесі виробництва паперу для паспортів відбувається контактне і конвективне сушіння. Перше при контакті вологого полотна з нагрітою поверхнею сушильного циліндра, друге – на ділянці його вільного пробігу між циліндрами. Тривалість цих циклів складає десятки частки секунди, залежно від швидкості машини і розміру циліндрів.

Волога, яка міститься в полотні є вільна і зв'язана. Вільна волога знаходиться між волокнами, а також усередині їх капілярів. Зв'язана волога утримується у волокні за рахунок адсорбції молекул води з утворенням водневого зв'язку, а також усередині волокна. Адсорбована вода, особливо, в першому молекулярному шарі, тримається досить міцно. Вона позбавлена вільного переміщення, а також має підвищену щільність, в'язкість, точку кипіння. Щільність води в першому адсорбованому шарі складає близько 2,5 г/см³ і для повного її випаровування потрібно довести температуру води до 150 °С.

Кількість зв'язаної води у волокні залежить від його природи і ступеню млива. Під час сушіння полотна паперу зв'язана волога випаровується значно важче. Особливо важко віддається волога з першого мономолекулярного адсорбційного шару, кількість якої в ньому може складати до 6% від маси абсолютно сухого волокна.

Процес сушіння паперу можна розділити на такі стадії: підігрів вологого полотна, перший період сушіння з постійною швидкістю випаровування вологи і другий період сушіння – зі зменшеною швидкістю.

Перший період сушіння починається тоді, коли пара, що утворилася з вологи, проникає через всю товщу полотна і йде назовні. Цей період характеризується видаленням вільної вологи з полотна він протікає з постійною швидкістю випаровування зі всієї його поверхні при практично постійній температурі, рівній температурі випаровування води за даних барометричних умов, тобто температура

мокрого термометра не більше 100 °С незалежно від температури поверхні сушильних циліндрів. Тривалість першого періоду сушіння складає 50...65% від загальної тривалості сушіння.

Після видалення вільної вологи, тобто по досягненню першої критичної точки, що розділяє періоди постійної та зменшувальної швидкості сушіння і сухості полотна, що відповідає, 55-60 %, швидкість сушіння безперервно зменшується, а температура поверхні полотна починає підвищуватися. Це відбувається тому, що зв'язана волога міцніше, ніж вільна, утримується на волокні і інтенсивність її переходу з внутрішніх шарів до поверхні сповільнюється. Швидкість процесу сушіння в цей період визначається не швидкістю випаровування води з поверхні, а швидкістю її дифузії з товщі полотна до його поверхні, яка зменшується у міру збільшення його сухості. Вона у великій мірі залежить від товщини полотна, його пористості і композиції, ступеня млива волокна, наявності наповнювачів, речовин для проклеювання і інших чинників. У міру протікання другого періоду процесу сушіння її швидкість знижується до нуля і вологість полотна наближається до другої критичної точки, гігроскопічній вологості (рівноважної), що відповідає, за даних умов сушки 7%, а її температура до температури поверхні сушильних циліндрів. По цьому пересушування паперу і картону на кінцевій стадії сушіння може привести до температурної деструкції волокна, тобто необоротного фізико-хімічного процесу, внаслідок чого полотно стає менш гнучким, менш еластичним, а фізико-хімічні показники готової продукції різко знижуються.

Недоліком багатоциліндрового контактного сушіння є його висока металоємність, що становить близько двох третин від маси всієї машини і близько 50 % від її вартості. Сушильна частина машини займає багато місця і вимагає великих експлуатаційних витрат. Тому можливості сушильної частини машини потрібно використовувати завжди як найефективніше, і велику допомогу в цьому може надати правильно розрахований тепловий баланс на ПРМ. Нижче наводяться результати розрахунку теплового балансу ПРМ [17,18, 19].

Розрахунок конвективного сушіння паперу для паспортів

Вихідні дані

Продуктивність	кг/год.	$G =$	587,86
Початкова вологість матеріалу	%	$W_1 =$	38
Кінцева вологість матеріалу	%	$W_2 =$	6
Початкова температура матеріалу	°C	$t_1 =$	22
Початкова температура повітря	°C	$\theta_1^1 =$	11
Початкова вологість повітря		$F_1 =$	0,4
Температура нагріву в калорифері		$\theta_1 =$	160
Температура навколишнього середовища		$\theta_0 =$	25
Поверхня сушильної камери		$F_{СК} =$	160

Матеріальний баланс сушіння

Прихід	кг/год.
Суха речовина	587,86
Волога з сухою речовиною	959,14
Сухе повітря	24482,58
Волога з повітрям	76,52
Всього	26106,104
Витрата	кг/год.
Суха речовина	587,86
Волога з сухою речовиною	37,52
Сухе повітря	24482,58
Волога з повітрям	998,14
Всього	26106,10

Тепловий баланс сушіння

Статті приходу / витрати тепла	кДж. / год.
Прихід тепла	
З повітрям при підігріві в калорифері	3669796,40
Всього	3669796,40

Витрата тепла

На підігрів матеріалу	87336,19
На сушку в 2-му, 3-му періодах	2237927,40
Втрати в навколишнє середовище	3980,21
Втрати які йдуть з повітрям	1329993,30
Всього	3669796,40

Витрата повітря для сушіння	кг/год.	$L =$	24482,58
Сумарні витрати тепла в сушарці	кДж/год.	$Q =$	2339803,10
Витрата тепла на 1 кг матеріалу	кДж/кг	$Q_0 =$	3980,21
Поверхня матеріалу для підігріву	m^2	$F_1 =$	12,60
Поверхня матеріалу для сушіння	m^2	$F_2 =$	405,05
Загальна поверхня матеріалу	m^2	$F =$	417,66
Температура повітря на виході з сушки	$^{\circ}C$	$\theta_3 =$	65
Середня температура повітря в камері	$^{\circ}C$	$\theta =$	112,5
Середня температура матеріалу	$^{\circ}C$	$t^1 =$	31
Середня температура матеріалу під 2,3 періодах	$^{\circ}C$	$t_{2,3} =$	47,5
Температура матеріалу після сушіння	$^{\circ}C$	$t_3 =$	61,25

Розрахунок контактної сушки паперу для паспортів

Вихідні дані

Продуктивність	кг / год.	$G =$	587,86
Початкова вологість матеріалу	%	$W_1 =$	38
Кінцева вологість матеріалу	%	$W_2 =$	6
Початкова температура матеріалу	°C	$t_1 =$	22
Початкова температура повітря	°C	$\theta_1 =$	11
Початкова вологість повітря		$F_1 =$	0,5
Кінцева температура повітря	°C	$\theta_4 =$	80
Кінцева вологість повітря		$F_2 =$	0,9
Температура повітря після теплообмінника	°C	$\theta_2 =$	25
Температура гріючої пари	°C	$\theta_{\text{пар}} =$	125

Тепловий баланс сушіння

Стаття приходу / витрати

кДж/год.

Прихід тепла

З парою, що потрапляє до сушильних циліндрів	2465116,97
З парою, що потрапляє до калорифера	306886,80
Тепло використане в теплообміннику	96199,95
Всього	2868203,74

Витрата тепла

На підігрів матеріалу	184376,41
На сушку в 2-му, 3-му періодах	2229041,04
На втрати в навколишнє середовище	15015,04
На втрати з невикористаним повітрям	9619,99
На підігрів повітря в теплообміннику	96199,96
На втрати, що йдуть з повітрям	368308,41
Всього	2902560,86

Результати розрахунку

Витрата пари в сушильній частині	кг/год.	$D_1 =$	11222,86
----------------------------------	---------	---------	----------

Витрата пари в калорифери	кг/год.	$D_2 =$	139,79
Загальний розхід пари	кг/год.	$D =$	1262,64
Витрата пари на 1 кг матеріалу	кг/год.	$D_{уд} =$	2,14
Кількість повітря, що подається в сушку	кг/год.	$L =$	6820,19
Кількість свіжого повітря	кг/год.	$L_9 =$	7502,21
Поверхня теплопередачі для підігріву сушку	m^2	$F_1 =$	2,50
Поверхня теплопередачі для сушіння	m^2	$F_{2,3} =$	40,02
Загальна поверхня теплопередачі	m^2	$F =$	42,53
Температура повітря на вході в суш. частини	C^0	$\theta_3 =$	74,66
Температура матеріалу при сушінні з пост. шв.	C^0	$t_2 =$	60
Сер. температура матеріалу під 2,3 періодах	C^0	$t_4 =$	78,9
Сер. температура матеріалу	C^0	$t_5 =$	41
Температура матеріалу після сушіння	C^0	$t_3 =$	113,55 [26]

3 ОБ'ЄМНО-ПЛАНУВАЛЬНЕ ТА КОНСТРУКТИВНЕ РІШЕННЯ БУДІВЛІ

3.1 Об'ємно-планувальне рішення будівлі фабрики банкнотного паперу

Район будівництва фабрики банкнотного паперу – місто Малин Житомирської області. Середня температура найбільш холодної п'ятиденки становить 20 °С. Грунт основи фундаменту – деревинно-гранітний з пісковим заповненням.

Відповідно до норм на деревинно-гранітному ґрунті глибина закладання фундаментів, повинна бути не менше як 1,2 м. В цьому випадку глибина закладання визначається його конструктивними особливостями, наприклад, розмірами збірних елементів [27].

Будівля, в якій розміщено ПРМ – двоповерхова, її довжина – 126 м, ширина – 30 м. Сітка колон на першому поверсі – 6×6 м, на другому – 18×6 м та 12×6 м. В будівлі встановлено один кран вантажопідймальністю 10 т. Відмітка кранового рельсу складає 18,4 м.

Стіни великопанельні з одношарових газобетонних панелей. Колони залізобетонні. Переріз прямокутний 400×600 мм, крок колон – 6 м, фундамент колон стаканного типу, залізобетонний. Колони фахверку з розміром перерізу 400×400. Колони при торцевих зовнішніх стінах і при поперечному деформаційному шві зміщені від поперечних розбивочних осей 1, 7, 19, 22 на 500 мм.

Несучими конструкціями на першому поверсі являються залізобетонні ригелі 6 м та плити перекриття 1,5×6 м, на другому поверсі – залізобетонні ферми (для прогону 18 м) та підстропильні балки перекриття (для прогону 12 м). Покриття зі збірних залізобетонних плит 3×6 м.

Вікна стрічкові, на першому поверсі розмірами 3000×2400 мм, на другому – 3000×3600 мм.

3.2 Конструктивне рішення будівлі фабрики банкнотного паперу

Для промислової будівлі з мостовим краном було обрано збірні залізобетонні колони прямокутного перерізу. Колони розраховані на монтаж крану вантажопідйомністю 10 т. Для прогонів 18 м та 12 м використовуються із шестиметровим кроком колони. Вони мають прямокутний переріз 400×600 мм. Глибина занурення колон в стакан фундаменту 1650 мм.

Колони фахверку вибрані залізобетонні, марки КФ-22, мають прямокутний переріз 400×400 мм. Висота колон фахверку на 100 мм менша за висоту основних колон і становить 19,76 м. Оскільки, стіни виконані з одношарових газобетонних панелей, то вони є навісними і спираються на колони фахверку та фундамент колон.

Внутрішні стіни також із одношарових газобетонних панелей і мають товщину 120 мм. Вони мають функцію огороження адміністративно-побутових приміщень, які розміщені на другому поверсі [27].

Під залізобетонні колони вибраний стовпчастий двохступінчатий фундамент марки ФБ9-1 таких розмірів:

перетин колон – $a_k \times b_k = 600 \times 400$;

підколонник – $a \times b = 1200 \times 1200$ мм;

підшва – $a_1 \times b_1 = 3000 \times 2400$ мм; $a_2 \times b_2 = 2100 \times 1800$ мм.

Глибина стакана 800 мм. Висота ступені 300 мм. Верх підколонника розташований на 150 мм нижче нульової відмітки.

Оскільки сітка колон на першому поверсі становить 6×6 м, то для міжповерхового перекриття прийнято ригелі марки Б2. Їх довжина становить 5600 мм, а висота 800 мм.

Плити міжповерхового перекриття залізобетонні довжиною 6 м, марки П-1. Вони мають три ребра жорсткості. Номінальні розміри 1,5×6 м.

Оскільки крок колон 6 м, то для облаштування покриття будівлі обрано залізобетонні плити покриття марки ПНС-1 розміром 3×6 м. Плити мають 5 ребер жорсткості, що надають їм додаткової міцності.

Для руху крану вантажопідйомністю 10 т необхідно обладнувати рельсовий шлях. Для цього прийняті підкранові балки марки БКНА6-2с, довжиною 6 м. Вони мають тавровий переріз, ширина верхньої частини 600 мм, а нижньої 300 мм, висота – 1000 мм [27].

Підстропильні ферми обрано марки ФБ181-1, довжиною 18 м, для кроку ферм 6 м. Також для покрівлі вибрано залізобетонні балки плоского покриття марки БП12, довжиною 12 м. Висота балки складає 900 мм.

Підлога на першому поверсі влаштовується по ґрунту і приймається 150 мм. Вона складається з шару щебеню (80 мм), бітуму (20 мм) та полімербетону (50 мм). Склад підлоги на другому поверсі: плити перекриття (400 мм), цементна стяжка (45 мм), полімербетон (55 мм).

Покриття промислової будівлі має склад: підстропильні конструкції, збірні залізобетонні плити покриття, бітум (20 мм), керамзитобетон (80 мм), цементна стяжка (20 мм), два шари руберойду та бітуму.

Сходи вибрані основні, для сполучення між поверхами, розміщені в сходовій клітині. Сходова клітина двохмаршова, ширина маршу – 1350 мм.

Глибина майданчику становить 1350 мм. Марші і майданчики спираються на цегляні стіни товщиною 380 мм (стіна укладається у 1,2 цеглини).

Обрано стрічкові вікна. Для стрічкових отворів розроблені спеціальні сталеві віконні панелі, номінальною довжиною 6000 мм. Розміщуються в зовнішніх повздовжніх стінах будівлі. На першому поверсі з висотою – 2,4 м, на другому поверсі – 3,6 м.

Зовнішні двері будівлі однопільні. Полотно глухе, дерев'яне. Ширина дверей складає 700 мм, висота 2000 мм. Такі ж двері встановлені при вході в адміністративно-побутові приміщення та до кімнати майстрів і начальника цеху. Двері на сходову клітину двопільні і мають ширину 1400 мм.

Крім всього перерахованого слід зазначити, що ФБП належить до третьої групи виробничих процесів, де передбачаються побутові приміщення, кабінети для начальника цеха, технолога, начальника ремонтних служб, кімната майстрів. Площа кожного приміщення становить від 9 до 12м².

4 ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ НА ВИРОБНИЦТВІ

4.1 Фізико-хімічні і санітарно-гігієнічні характеристики шкідливих та вибухо-, пожежонебезпечних речовин

Відповідно до технологічної частини проекту, який реконструюється мають місце шкідливі, пожежонебезпечні і вибухові матеріали і речовини. Використовується електрична, теплова, механічна енергія, енергія стисненого повітря, газу, внутрішньоцеховий транспорт, стрічкові транспортери.

Фізико-хімічна та санітарно-гігієнічна характеристика шкідливих та вибухо-, пожежонебезпечних речовин, які застосовують або одержують при виробництві наведені в таблиці 4.1 [20].

Таблиця 4.1 – Фізико-хімічна та санітарно-гігієнічна характеристика шкідливих та вибухо-, пожежонебезпечних речовин

Найменування сировини, готової продукції, відходів виробництва		Целюлоза	Папір
Клас небезпеки за ГОСТ 12.1.005-88 з доповненням до переліку ГДК № 8 від 01.06.93 р.		IV	IV
ГДК у повітрі робочої зони виробничих приміщень за ГОСТ 12.1.005-88 з доповненням до переліку ГДК № 8 від 01.05.93 р., мг/м ³		10	6
Група горючості ГОСТ 12.1.044-89		Горюча	Горючий
Нижня та верхня концентраційна границі розповсюдження полум'я (спалахування), г/м ³		-	-
Здатність вибухати та горіти при взаємодії з водою, киснем повітря та ін. речовинами		Вибухобезпечна	Вибухобезпечний
Температура при тиску 101,3 КПа, °С	Спалаху	210	210
	Займання	407	407
	Самозаймання	-	-

4.2 Аналіз шкідливих і небезпечних виробничих факторів та заходи щодо їх усунення в технологічному потоці виробництва паперу для виготовлення паспортів

Під час експлуатації обладнання технологічної лінії на обслуговуючий персонал можуть діяти небезпечні виробничі фактори:

- машин та механізмів, що рухаються;
- незагороджених елементів устаткування, що рухаються.
- переміщення готової продукції;
- підвищена температура та вологість повітря робочої зони;
- небезпечний рівень напруги в електричній мережі.

Шкідливі виробничі фактори:

- підвищена температура поверхні обладнання (в сушильній частині машини);
- підвищений рівень шуму на робочому місці;
- підвищений рівень пилу в повітрі робочої зони;
- підвищений рівень статичної електрики;
- недостатня освітленість робочої зони;
- перебування робітника в зоні можливого падіння вантажу (під час роботи крану і електронавантажувача) [21].

Допустимі норми температури, відносної вологості в робочій зоні згідно з ГОСТ 12.1.005-88 та Гігієнічної класифікації праці № 4137 наведені в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Допустимі норми температури, відносної вологості в робочій зоні

Професія	Категорія робіт	t, °C в холодний період року	t, °C в теплий період року	Відносна вологість,% в холодний період року	Відносна вологість,% в теплий період року
Машиніст	Середньої важкості Пб	15-21	16-27	До 75	70 при 26 °C
Розмелювач	Легка Іб	20-24	21-28	До 75	60 при 27 °C
Пресувальник	Легка Іб	20-24	21-28	До 75	60 при 27 °C
Сушильник	Середньої важкості Пб	17-23	18-27	До 75	65 при 26 °C
Накатник	Легка Іб	20-24	21-28	До 75	60 при 27 °C

Професія	Категорія робіт	t, °C в холодний період року	t, °C в теплий період року	Відносна вологість,% в холодний період року	Відносна вологість,% в теплий період року
Різальник паперу	Середньої важкості Пб	15-21	16-27	До 75	70 при 26 °C
Клеєвар	Середньої важкості Пб	15-21	16-27	До 75	70 при 26 °C

Основним виробничим технологічним чинником, що забруднює повітря робочої зони є надлишок тепла від технологічного обладнання, та процесів які проходять.

Видалення надлишкового тепла з приміщення на проектуваному підприємстві забезпечується загальною обмінною примусовою приточно-витяжною вентиляцією. У цій системі повітря подається в приміщення припливною вентиляцією, а віддаляється витяжною вентиляцією, що працюють одночасно.

Пил

При виробництві паперу утворюється пил, який є шкідливим виробничим чинником, оскільки надає шкідливу дію на слизисту оболонку очей, дихальні шляхи.

Гранично допустима концентрація шкідливих речовин у повітрі робочої зони згідно з ГОСТ 12.1.005-88: паперового пилу не повинна перевищувати 6 мг/м³ (IV клас безпеки, особливості дії на організм: А – алергічну, Ф – фіброгенну) [22].

Очищення повітря робочої зони на реконструйованому підприємстві забезпечується загальною обмінною примусовою припливно-витяжною системою вентиляції, та місцевою припливною вентиляцією. Працівники технологічного потоку забезпечуються респіраторами У-2К.

Виробничий шум і вібрація

Виробничий шум і вібрація надають шкідливу дію на людину і його нервову систему. Джерело шуму в цеху – вузли машини, що обертаються, насоси, вентилятори, двигуни, великий шум створюють вакуум і повітрорудки. Допустиме значення тиску звуку згідно з ДСН 3.3.6.037-99 відповідає 80 дБ.

Контроль за рівнем шуму проводиться 1 раз на рік за допомогою шумоміра ВШВ-004. Найбільший шум в цеху створюється пресою частиною ПРМ. Як індивідуальний захист застосовують протишумні вкладиші, навушники.

Захист від вібрації забезпечується:

- застосуванням заходів віброзахисту, що знижує дію вібрації на робітників;
- організаційно-технічними заходами, підтримкою високого рівня справного стану устаткування [23].

Небезпека ураження електричним струмом

По ступеню небезпеки ураження електричним струмом виробництво відноситься до класу особливо небезпечних приміщень (ПУЕ-87, ГОСТ 12.1.019-79), оскільки приміщення характеризується:

- наявністю вогкості (вологість більше 75%);
- наявністю струмопровідної підлоги;
- наявністю високої температури повітря (35 °С);
- можливістю одночасного дотику людини з механізмами, що мають під'єднання із заземленням, металоконструкцій будівель, механізмів з одного боку і до металевого корпусу електроустаткування з іншого;
- руйнування ізоляції електроустаткування.

Живлення електроустаткування передбачається від 3-х фазної чотирьохжильної електричної мережі змінного струму промислової частоти 50 Гц із ізольованою нейтраллю, напругою 380В.

З метою попередження загрози ураження електричним струмом в проекті передбачено ряд захисних заходів:

- для освітлення басейнів і простору над ковпаком папероробної машини застосовують малу напругу в 12-36 В;
- вибір і установка обладнання проведені з врахуванням умов навколишнього середовища;
- струмопровідні частини електрообладнання огорожені і заземлені;
- для захисту від струму перенавантаження і струму короткого замикання застосовуються плавкі запобіжники з релейним захистом;

- все обладнання повинно мати справну ізоляцію [24].

Небезпека дії рухомих деталей машин і механізмів, що обертаються.

У проєктованому виробництві використовується ряд механізмів, що обертаються, і деталей, які представляють особливу небезпеку для людини. Джерелом травм можуть бути відкриті частини машини. Тому всі відкриті частини механізмів, що обертаються максимально огорожуються спеціальними огорожами.

У реконструйованому об'єкті небезпечною є сушильна частина і поздовжнє різання паперу.

Для попередження загрози на площадках, отворах, вузлах і деталях що обертаються встановлені огорожі.

4.3 Пожежна безпека

На технологічному потоці виготовлення паперу-основи для шпалер виконуються вимоги пожежної безпеки згідно ГОСТ 12.1.004-91, ГОСТ 12.1.018-86, правила пожежної безпеки в Україні та «Правила пожарной безопасности при эксплуатации предприятий целлюлозно-бумажной промышленности».

Паперове виробництво – підприємство підвищеної пожежонебезпеки. Пожежа може виникнути внаслідок накопичення статичної електрики, несправності виробничого обладнання, порушення технологічного процесу, течі мастильних матеріалів, пробою електричних кабелів, несправності електрообладнання, що може викликати іскріння, коротке замикання, надмірний нагрів горючої ізоляції кабелів і проводів, порушення Під час проведення вогневих робіт, паління в заборонених місцях.

Сушильна частина та накат ПРМ, дільниця обробки паперу небезпечні у пожежному відношенні. Найбільшу небезпеку становить накопичення паперового браку та пилу, теча мастил, висока температура частин обладнання.

Для запобігання небезпеки виникнення пожежі на ПРМ стан обладнання постійно контролюється та постійно підтримується в справному стані. Не допускається накопичення паперового браку та пилу в сушильній частині та накаті ПРМ і біля поздовжньо-різального верстату. Очистку обладнання

сушильної частини, накату від браку та пилу проводять працівники технологічного потоку тільки під час зупинки ПРМ пилоприбиральними установками, які мають вибухозахищене виконання, за допомогою вакууму або скребками з використанням негорючих миючих розчинів.

Осередок пожежі гасять за допомогою вогнегасників та водою з пожежних кранів. Електроустаткування, яке знаходиться під напругою до 1000 В гасять вуглекислотними або порошковими вогнегасниками. На пожежонебезпечному устаткуванні та в пожежонебезпечних місцях, що становлять небезпеку займання або вибуху, вивішені знаки, які забороняють користування відкритим вогнем [25].

Класифікація ділень, відділів та зовнішніх установок за вибухопожежонебезпечністю, ступеню вогнестійкості, електрообладнанню та санітарній характеристиці наведені в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 – Класифікація ділень, відділів та зовнішніх установок за вибухопожежонебезпечністю, ступеню вогнестійкості, електрообладнанню та санітарній характеристиці

Найменування цеху, відділу, установки	Категорія приміщення або будівлі за ОНП-24-86	Клас зон приміщень за правилами влаштування електроустановок ПВЕ-86
Склад сировини	В	П-Па
Дільниця розпуску целюлози	Д	-
Відділ підготовки паперової маси	Д	-
Дільниця папероробної машини:		
- мокра частина	Д	-
- суха частина	В	П-Па
Дільниця переробки та пакування паперу	В	П-Па

Протипожежні заходи:

- застосування герметичного устаткування;
- контроль складу горючої суміші;
- відведення і ізоляція горючого середовища;

- застосування аварійної вентиляції.

Заходи пожежо- і вибухозахисту:

- застосування системи активного придушення вибуху;
- застосування пожежної сигналізації, засобів пожежогасіння;
- евакуація людей, система протипожежної і проти димної системи;
- застосування ЗІЗ (протигази, респіратори, спеціальний термозахистний одяг).

Підприємство оснащене автоматичними системами пожежогасіння.

5 СТАРТАП ПРОЕКТ

5.1 Опис ідеї стартап проекту

Стартап проект розроблено на основі результатів магістерської дисертації.

Ідея стартап проекту полягає в зменшенні собівартості технології виробництва паперу для виготовлення паспортів, шляхом вдосконалення існуючого технологічного потоку та реконструкцією технологічної лінії виробництва. А саме заміною гауч-валу, який працює контактним способом на двохкамерний пневмоавтоматичний відсмоктувальний вал (полотно передається безконтактним способом).

Основною проблемою підприємства під час виробництва паспортного паперу на разі являється часта зупинка ПРМ у зв'язку із швидким зношенням спеціальної сітки, яка покриває вал формуючої ванни. Рельєфне зображення майбутнього водяного знаку на паперовому полотні, нанесене на сітку шляхом штампування зазнає значного навантаження під час передачі паперового полотна на гауч-вал контактним способом, що в свою чергу призводить до передчасного її руйнування. Для забезпечення належної якості готової продукції дрібні ремонтні роботи виконуються відразу після констатування незначних дефектів, зокрема, на зварювальному шві сітки. Такі короткотривалі зупинки можуть бути здійснені декілька разів і значно раніше, ніж завершиться термін експлуатаційного періоду роботи сітки. За умови цілодобового безперервного виробництва він становить від 15 до 30 діб.

Основною проблемою впровадження даної реконструкції являється недостатня потужність суміжного обладнання, а саме вакуум насосів, щоб забезпечити необхідний вакууму у відсмоктувальних камерах новітнього пневмоавтоматичного двокамерного відсмоктувального валу. Заміна чи ж встановлення нового потужнішого суміжного обладнання потребує значні додаткові фінансові інвестиції.

В наслідок здійснення даної реконструкції зростає експлуатаційний період роботи сітки на 200-300 %.

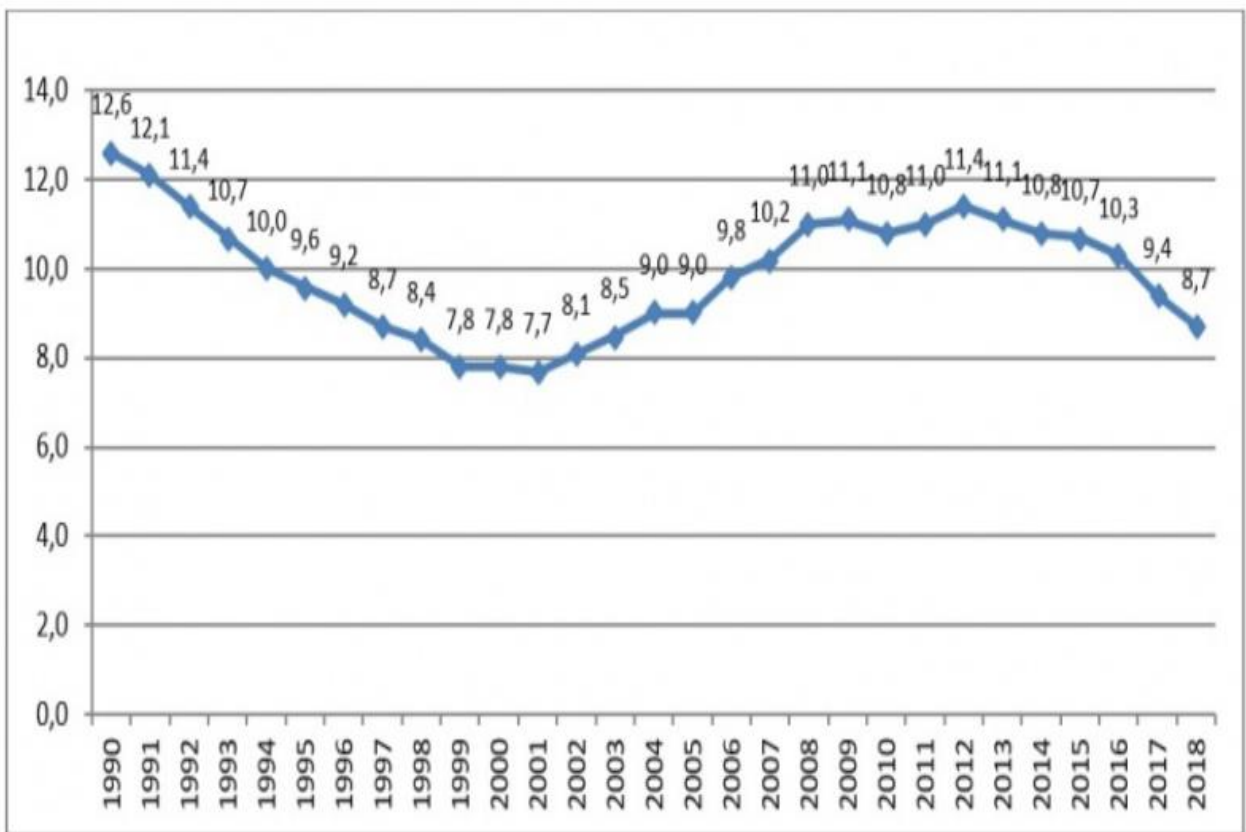
Завдяки таким змінам Фабрика банкнотного паперу підвищить якість готової продукції та знизить собівартість виробництва в цілому.

5.2 Аудит динаміки і основних тенденцій ринку

Тенденції споживання паспортного паперу у 2018-2019 роках мають дещо вищі показники в порівнянні із 2016-2017 роках, проте нижчі, якщо проаналізувати ринок 2015 року, коли ще видавали громадянам України паспорти в паперовому вигляді, для виготовлення яких необхідна більша кількість паспортного паперу в порівнянні із сучасними пластиковими.

Відповідно до статистики народжуваності передбачається збільшення споживання паспортного паперу на наступні 5-10 років на 48 % в порівнянні із 2016 роком. Дані коефіцієнтів народжуваності в Україні в 1990-2018 роках наведено в Таблиці 5.1 [30].

Таблиця 5.1 – Коефіцієнт народжуваності в Україні в 1990-2018 роках



Дані Державної служби статистики

5.3 Аналіз внутрішнього середовища

Товарний портфель (асортимент товарів та послуг):

- банкнотний папір;
- папір для паспортів громадянина України та закордонних паспортів;
- папір для виробництва акцизних марок;
- папір для виборчих бюлетенів;
- інші види спеціального паперу, які забезпечують високий рівень захисту.

Економічні та соціальні тенденції ринку в Україні. Фабрика банкнотного паперу на сьогоднішній день - це єдине підприємство, що виготовляє цю продукцію, тому конкуренція на внутрішньому ринку відсутня.

Внутрішній ринок Україні незначний, порівняно зі світовим, тому необхідно збільшувати потужності, щоб забезпечувати не лише власні потреби країни, а й впевнено конкурувати зі світовими лідерами паперової промисловості.

Ринок знаходиться на стадії зростання, адже за останні роки підвищуються темпи зростання попиту і підвищуються обсяги використання даної продукції.

Можна передбачити, що ринок довго буде знаходитися на стадії зростання до того, як перейде в стадію насичення, і для підвищення пропозиції необхідно приймати кардинальні рішення в модернізації технологічного обладнання сучасних ЦП підприємств, а також, по-можливості розширювати асортимент продукції.

5.4 Аналіз зовнішнього маркетингового середовища

Одним із конкурентів на зовнішньому ринку являється нове підприємство із виробництва банкнотних і спеціальних видів паперів - Краснокамська паперова фабрика - філія акціонерного товариства «Гознак». Почало функціонувати з 28 вересня 2018 року.

Продуктивність цеху - до 6,5 тисяч тонн захищеного паперу в рік. Завдяки потужностям «Гознак» прогнозується збільшення випуску паперу приблизно на 15%.

Аналіз факторів макромаркетингового середовища.

Таблиця 5.2 – Підсумкова таблиця факторів політико-правового середовища

Фактори	Вплив фактору		Альтернативні шляхи вирішення проблеми чи реалізації можливості
	Можливості	Загрози	
Політико-правове середовище країни-партнера	Співпраця із закордонними клієнтами	Відносини між країнами	Необхідність закупівлі сировини для виготовлення товару
Зовнішня політика країни	Купівля та продаж сировини, товару за кордон	Конкуренція з іноземними виробниками; відносини між країнами	Необхідність підвищення рівня вітчизняного виробництва та реалізації товару в різних країнах

Таблиця 5.3 – Підсумкова таблиця факторів економічного середовища

Фактори	Вплив фактору		Альтернативні шляхи вирішення проблеми чи реалізації можливості
	Можливості	Загрози	
Рівень розвитку виробництва		Обладнання, не дає можливості збільшення обсягу виробництва	Підписання нових контрактів на вироблення захищених видів паперу; встановлення сучасного обладнання та вдосконалення якості гот. продукції
Економічний потенціал країни		Низький потенціал, що не дозволяє виготовляти сучасне промислове обладнання	Закупівлю необхідного обладнання здійснюють у країн-партнерів.
Конкуренти, які створюють дешевшу продукцію		Створення нової економічно вигідної продукції	Підвищити якість продукції, шляхом зменшення собівартості

Таблиця 5.4 – Підсумкова таблиця факторів науково-технічного середовища

Фактори	Вплив фактору		Альтернативні шляхи вирішення проблеми чи реалізації можливості
	Можливості	Загрози	
Конкуренти, які створюють продукцію за новітніми технологіями		Створення нової економічно вигідної продукції	Вдосконалення існуючої технічної лабораторії по дослідженню нових технологій; проведення семінарів і обмін досвідом з компаніями-партнерами; залучення студентів та молодих фахівців

Таблиця 5.5 – Підсумкова таблиця факторів демографічного середовища

Фактори	Вплив фактору		Альтернативні шляхи вирішення проблеми чи реалізації можливості
	Можливості	Загрози	
	Заощадження	Недосвід-	Проведення регулярних тренінгів для

Вихід на пенсію працівників у поважному віці	на заробітній платі; можливість залучення нових спеціалістів	чені спеціалісти	молодих фахівців; заключення договору на співпрацю із ВНЗ, який випускає спеціалістів потрібного профілю та прийняття студентів на практику.
--	---	------------------	--

Таблиця 5.6 – Підсумкова таблиця факторів соціо-культурного середовища

Фактори	Вплив фактору		Альтернативні шляхи вирішення проблеми чи реалізації можливості
	Можливості	Загрози	
Непорозуміння працівниками, представляють культурні класи	між що різні	Зниження якості роботи	Робити презентації та тренінги щодо культурної спадщини різних народів, та віросповідань.

Таблиця 5.7 – Підсумкова таблиця факторів природного середовища

Фактори	Вплив фактору		Альтернативні шляхи вирішення проблеми чи реалізації можливості
	Можливості	Загрози	
Погана погода		Неможливість транспортування	Окремі пункти у договорі про можливі додаткові поставок у зв'язку з погодними умовами

Аналіз факторів мікроркетингового середовища

Таблиця 5.8 – Підсумкова таблиця впливу конкурентів

Фактори	Вплив фактору		Альтернативні шляхи вирішення проблеми чи реалізації можливості
	Можливості	Загрози	
Ціна середня на ринку	Конкурентоспроможність	Значна конкуренція	Розповсюдження реклами продукції, що виробляється; впровадження можливості екскурсій на виробництво
Використання нових технологій		Застаріле обладнання	Проведення модернізації, операючись на постійний обмін досвідом з науково-дослідними інститутами; премії за нововведення;

Таблиця 5.9 – Підсумкова таблиця впливу споживачів

Фактори	Вплив фактору		Альтернативні шляхи вирішення проблеми чи реалізації можливості
	Можливості	Загрози	
Ціна середня й нижча середньої	Лідерство сучасного ринку		Розробка систем оптових знижок; стати лідером продаж на вітчизняному ринку

Таблиця 5.10 – Підсумкова таблиця впливу постачальників

Фактори	Вплив фактору		Альтернативні шляхи вирішення проблеми чи реалізації можливості
	Можливості	Загрози	
Постачання не в термін		Неможливість вкластися у виробничі терміни	Розраховувати всі терміни із запасом; контролювати постійний необхідний запас потреб виробництва
Постачання неякісної сировини		Якість виготовленої продукції не відповідатиме заданим параметрам	Встановлення штрафів постачальникам за брак продукції; постійно контролювати сировинну базу: ретельний вхідний контроль

Таблиця 5.11 – Підсумкова таблиця впливу контактних аудиторій

Фактори	Вплив фактору		Альтернативні шляхи вирішення проблеми чи реалізації можливості
	Можливості	Загрози	
Реклама у соціальних мережах	Збільшення попиту	Отримання конкурентами інформації про технології	Використання поверхневої реклами, співпраця з постійними та потенційними клієнтами; захист інформації.
ЗМІ	Популяризація фабрики	Розповсюдження негативної інформації в ЗМІ	Створити свій канал, підтримувати добрі стосунки з місцевою пресою

Аналіз конкуренції на ринку

Таблиця 5.12 – Ступеневий аналіз конкуренції на ринку

Особливості конкурентного середовища	В чому проявляється дана характеристика	Вплив на діяльність підприємства (можливі дії компанії, щоб бути конкурентоспроможною)
1. Тип конкуренції: Чиста	Ніхто не може вплинути на ситуацію на ринку безпосередньо. Лише інновації та вигідні пропозиції	Забезпечення клієнта гарантіями якості продукції, що виробляється та швидке лояльне реагування на можливо-виникаючі запитання
2. За рівнем конкурентної боротьби: національна (згодом і міжнародна)	Початкова орієнтація спрямована на національний ринок. Після встановлення певного авторитету необхідно все більше опиратися на міжнародний.	Це єдине підприємство в Україні, що виготовляє дану продукцію.
3. За галузевою ознакою: внутрішньо галузева.	Виробництво паспортного паперу належить до галузі целюлозно-паперової промисловості.	Використання модернізованого обладнання
4. Конкуренція за видами товарів: - товарно- родова; - товарно-видова	Введення нової форми паспортів нижчої собівартості.	Виробництво екологічних видів паспортного паперу; обов'язкова періодична заміна старих паспортів громадян на нові.
5. За характером конкурентних переваг: якісна	Висока собівартість.	Удосконалення технології виробництва.
6. За інтенсивністю: марочна	Після створення підприємства створюється марка під якою будуть випускатися всі види продукції, що виготовлятимуться.	Створення різноманітного асортименту продукції для забезпечення різноманітності потреб галузі

Таблиця 5.13 – Обґрунтування факторів конкурентоспроможності

Фактор конкурентоспроможності	Обґрунтування (наведення чинників, що роблять фактор для порівняння конкурентних проектів значущим)
Новий підхід до виробництва картону для плоских шарів гофрокартону	Новизна полягає в реконструкції існуючого технологічного потоку з метою модернізації
Висока якість	Використання сучасного обладнання та технологій виробництва
Збільшення асортименту	В наслідок модернізації можна збільшити асортимент виробництва паперів із підвищеним захистом; збільшити кількість виробництва завдяки збільшенню продуктивності.

Таблиця 5.14 – Порівняльний аналіз сильних та слабких сторін впровадження виробництва паперу і картону

Фактор конкуренто спроможності	Бали 1- 20	Рейтинг товарів- конкурентів						
		-3	-2	-1	0	+1	+2	+3
Новий підхід до виробництва паспортного паперу.	18							
Висока якість	15							
Наявність сировинних ресурсів	13							
Розширення асортименту	20							

Вибір цільових груп потенційних споживачів

Таблиця 5.15 – Вибір цільових груп потенційних споживачів

Опис профілю цільової групи потенційних клієнтів	Готовність споживачів сприйняти продукт	Орієнтовний попит в межах цільової групи (сегменту)	Інтенсивність конкуренції в сегменті	Простота входу у сегмент
Юридичні особи, державні структури	Держава зобов'язана забезпечити всіх своїх громадян паспортами	Виготовляється суворо по держзамовленню у фіксованих кількостях	Конкуренція відсутня	Легкий вхід в сегмент у зв'язку із відсутністю конкуренції

Таблиця 5.16 – Визначення базової стратегії розвитку .

Обрана альтернатива розвитку проекту	Стратегія охоплення ринку	Ключові конкуренто спроможні позиції відповідно до обраної альтернативи	Базова стратегія розвитку
Виробництво ширшого асортименту паперів із підвищеним захистом	Диференційований маркетинг	Нова технологія виробництва паперу шляхом реконструкції механічної частини технолог-гічного потоку. Висока якість готової продукцію в порівнянні з конкурентами.	Диференціації

Таблиця 5.17 – Визначення базової стратегії конкурентної поведінки .

Так	Буде, шляхом покращення наявної якості продукції, що випускається, без зростання собівартості.	Оскільки основна мета конкурентів і даного проекту – це забезпечити якісні паспорти для громадян тому,	Збільшити зносостійкість обладнання, вилучити позапланові
-----	--	--	---

	Таким чином зайняти більшу частку в ЦПП, можливість міцно триматися на світовому ринку	характеристики паспортного паперу будуть відповідати основним стандартним вимогам.	зупинки виробництва і зменшити собівартість.
--	--	--	--

Таблиця 5.18 – Визначення стратегії позиціонування

Вимоги до товару цільової аудиторії	Базова стратегія розвитку	Ключові конкуренто-спроможні позиції власного стартап-проекту	Вибір асоціацій, які мають сформувати комплексну позицію власного проекту(три ключових)
Висока якість і швидке виконання замовлень.	Стратегія диференціації	Новий механіко-економічний технологічний підхід до виробництва паспортного паперу. Менша собівартість готової продукції, збільшення продуктивності підприємства в цілому.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Збільшення продуктивності підприємства в цілому. 2. Для цього під час виготовлення використовують інноваційні методи виробництва. 3. Нові технології дозволять збільшити термін служби сітки формувальної ванни, собівартість якої складає понад 200 тис. грн..

На основі проведеного дослідження, можна зробити висновок, що впровадження стартап проекту: «Зменшення собівартості виробництва паспортного паперу шляхом збільшення експлуатаційного терміну служби обладнання», є перспективним, оскільки вдосконалення технологічного процесу дозволяє збільшити асортимент продукції, що пропонуватиметься та виробничу потужність фабрики банкотного паперу в цілому.

ВИСНОВКИ

1. Обґрунтовано інновації технологічного потоку «Фабрики банкнотного паперу Банкотно-монетного двору Національного банку України» з виробництва паперу для виготовлення паспортів продуктивністю 4 800 т/рік.

2. Наведено детальний опис запроваджених інновацій до реконструкції технологічного процесу запропонованого в магістерській дисертації.

3. Наведено основні вимоги нормативних документів на сировину, хімікати, що використовуються в технологічному процесі виробництва паперу для виготовлення паспортів та безпосередньо на готову продукцію.

4. Розраховано матеріальний баланс води та волокна. Для виробництва 1 т паперу для паспортів необхідно 358,77 кг хвойної, 205,01 кг листяної та 485,75 кг бавовняної целюлози. Вимої волокна становлять 10,4 %.

5. Здійснено вибір основного та допоміжного технологічного обладнання та проведено розрахунок технічних характеристик.

6. Зроблено розрахунок теплового балансу процесу контактно-конвективного сушіння паперового полотна на папероробній машині.

7. Описані об'ємно-планувальне і конструктивне рішення, які використані при будівництві будівлі ФБП.

8. Проведено аналіз шкідливих і небезпечних факторів виробництва.

9. Розроблено та наведено стартап проект.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Технологічний регламент виробництва захищеного паперу змішаної композиції бавовняної та деревної целюлози №9. – 217 с.
2. Технология целлюлозно-бумажного производства. Т. II. Производство бумаги и картона. ч. 2. Основные виды и свойства бумаги, картона, фибры и древесных плит. – СПб.: Политехника, 2006. – 492 с.
3. Аким Є. Л. Обработка бумаги. – М.: Лесная промышленность, 1979. – 231 с.
4. Технология целлюлозно-бумажного производства. Т. II. Производство бумаги и картона. ч. 1. Технология производства и обработки картона. – СПб.: Политехника, 2006. – 352 с.
5. Шкарин С. А. Технология производства бумаги для печати. – М.: Лесная промышленность, 1966. – 253 с.
6. Примаков С. П., Барбаш В. А. Технологія паперу і картону: навчальний посібник/ Друге видання, переробл. – Київ: ЕКМО, 2008. – 425 с.
7. Богомол Г. М. Формование бумаги и картона. – К.: Задруга, 2008. – 416 с.
8. Папір для паспортів. Технічні умови. ТУ У 17.1-22058017-004:2014.
9. Целлюлоза хлопковая. Технические условия. ГОСТ 595-79.
10. Целлюлоза сульфатная беленая из древесины хвойных пород. Стандарт организации. СТО 80241670-010-2018.
11. Целлюлоза сульфатная беленая из смеси лиственных пород древесины. Технические условия. СТО 05711131-008-2014.
12. Каоліни фракціоновані для виробництва паперу та картону ТУ У 14.2-30574526-002:2008.
13. Смола поліамідна, модифікована епіхлоргідрином Kumene 920. Технічні умови ТУ У 24.1-31695418-005:2006.
14. Паспорт безпеки 5RS78D.

15. Примаков С. П., Барбаш В. А. Технологія паперу і картону: навчальний посібник для вузів. – Київ: Екмо, 2002. – 396 с.
16. Примаков С. Ф. Производство картона. – М.: Экология, 1991. – 224 с.
17. Фляте Д. М. Технология бумаги. Учебник для ВУЗов. – М.: Лесная промышленность, 1988. – 440 с.
18. Иванов С. Н. Технология бумаги. – М.: Школа бумаги, 2006. – 690 с.
19. Астратов М. С., Гомеля О. М., Мовчанюк О. М. Технологія переробки паперу та картону: навчальний посібник для вузів. – Київ: Видавництво Державного університету інформаційно-комунікаційних технологій, 2007. – 230 с.
20. Справочник по охране труда и техника безопасности в химической промышленности. Правила и инструкции по работе с оборудованием и механизмами и по обращению с вредными веществами. – М.: Химия, 1971. – 454 с.
21. Правила по охране труда в целлюлозно-бумажной промышленности НПАОП 21.0-1.01-87.
22. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. ГОСТ 12.1.005-88.
23. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку ДСН 3.3.6.037-99.
24. Електробезпека. Загальні вимоги і номенклатура видів захисту. ГОСТ 12.1.019-79 ССБТ.
25. Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Электростатическая искробезопасность. Общие требования ГОСТ 12.1.018-86.
26. Примаков С. Ф. Методические указания по расчету материального баланса волокна бумагоделательных машин. – К.: МВиССО УССР. – 37 с.
27. Жудро С. Г. Технологическое проектирование целлюлозно-бумажных предприятий. Изд. 2-е, переработ. – М.: Лесная промышленность, 1970. – 224 с.

28. Антоненко Л. П., Дейкун І. М., Гомеля М. Д. Очистка та рекуперація промислових викидів целюлозно-паперових виробництв: навч. посіб. – К.: НТТУ КПІ, 2010. – 188 с.

29. Барбаш В. А., Дейкун І. М. Хімія росинних полімерів/ Навчальний посібник. За редакцією В. А. Барбаша. – 2-ге вид., перероб. і доповн. – Київ: Каравела, 2018. – 440 с.

30. <https://life.pravda.com.ua/columns/2019/09/5/238117/> від 04. 12.2019.

ДОДАТКИ



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

Інститут технічної теплофізики НАН України
Інститут газу НАН України
Грузинський технічний університет

**Збірник тез доповідей XVI міжнародної
науково-практичної конференції студентів,
аспірантів і молодих вчених**

**”РЕСУРСОЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ
ТА ОБЛАДНАННЯ”**

22-23 квітня
Київ 2019

Збірник тез доповідей XVI міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоефективні технології та обладнання"
У ДК 676.8.05

МОДЕРНИЗАЦІЯ ПАПЕРОВОЇ КРУГЛОСТІТКОВОЇ МАШИНИ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ БАНКНОТНОГО ПАПЕРУ ІЗ ШИРОКОЮ ЗАХИСНОЮ СТРІЧКОЮ «ВІКОННОЮ» ТИПУ

магістр Хмельков В. В., к.т.н., доц. Трейбус І. В.

«Національний технічний університет України

Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Виготовлення банкнотного паперу – складний технологічний процес, який передбачає використання сучасного обладнання, наявність переломного досвіду та новітніх технологій. Головною метою даного процесу є забезпечення стабільності показників якості готової продукції – банкнотного паперу.

Сучасний банкнотний папір налічує в собі більше двадцяти елементів захисту. Частина із них вводиться в папір на етапі формування паперового полотна на папероробній машині. Одними із найпоширеніших у світі елементів захисту, які досить швидко і легко ідентифікуються населенням, являються широка полімерна захисна стрічка «віконного» типу та водяний знак. Для ефективного введення в паперове полотно захисної стрічки та формування водяного знаку необхідні наступні умови: розмелена паперова маса до ступення млина 60-65° ШР та ефективне зневоднення паперового полотна на початку формування.

Круглостіткова папероробна машина обладнана гауч-валом значайного типу. Після проходження гауч-валу паперове полотно за допомогою сітки знімається із формуючого циліндра і передається в пресову частину папероробної машини. На виході із зони гауч-валу полотно зневоднюється лише на 1-2 % та знає пружні навантаження. В цей момент ефект «вікна» стрічки та якість водяного знаку створюється. «Вікна» та локальні водяні знаки змінюють свої геометричні параметри, що є недопустимим для банкнотного паперу.

Збірник тез доповідей XVI міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоефективні технології та обладнання"

Для вирішення цієї проблеми шотландська компанія Woollard&Henry

пропонує технологічне рішення – заміну гауч-валу значайного типу на гауч-вал з відсмоктувальними камерами (рис. 1) [1].



Рисунок 1 – Формуючий пристрій із гауч-валом компанії Woollard&Henry

Запропоноване рішення полягає в заміні контактної на безконтактний спосіб передачі паперового полотна з формуючого пристрою в пресову частину. Основною відмінністю нової конструкції є наявність залору між валом та формуючою сіткою. Зневоднення паперового полотна у зоні формування провадитиметься безконтактним методом за допомогою вакуумного відсмоктування рідини. Ефективіок цього паперове полотно на виході із зони гауч-валу буде мати сухість на рівні 10-15 %.

У разі оснащення папероробної машини гауч-валом із відсмоктувальною камерою сітка уникне додаткових навантажень, завдяки чому подовжиться термін її експлуатації, паперове полотно під час формування збереже рельєф, якість водяного знаку та ефект «вікна» захисної стрічки покращиться. При цьому геометричні параметри вищезгаданих елементів захисту не зазнають змін. Також прогнозується збільшення терміну служби фосфористо-бронзової сітки формуючого циліндра та зменшення рівня шуму в зоні формування паперового полотна.

Перелік посилань:

1. Компания Woollard&Henry – <http://www.woollardandhenry.com>



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

Інститут технічної теплофізики НАН України
Інститут Газу НАН України
Грузинський технічний університет

**Збірник тез доповідей XVII міжнародної
науково-практичної конференції студентів,
аспірантів і молодих вчених**

**”РЕСУРСОЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ
ТА ОБЛАДНАННЯ”**

25-26 листопада
Київ 2019

УДК 676.274

ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ ПАПЕРУ
магвстр Хмельков В. В., к.т.н., доц. Черьопкіна Р. І.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут» імені Ігоря Сікорського

Папір-основа для паспортів виготовляється із композиції волокон різного походження. Якість водяного знаку досягається скороченням довжини волокон, з яких відливається папір, що йде в розріз із забезпеченням його максимальної механічної міцності, яка можлива за помітно більшої довжини волокон. Компенсація негативного впливу значного ступеня розробки волокна і гарантія високоякісного та довговічного паперу можлива лише із додаванням в папір хімічних речовин, тобто проведення проклеювання. Це процес, в ході якого в масу або на поверхню паперу вводяться речовини, що сприяють склеюванню рослинних волокон та їх гідрофобізації. В результаті проклеювання досягають підвищення міцності готового паперу і він набуває властивостей фарбо- і водонепроникності, що неодмінно є однією із найважливіших вимог до паперу для паспортів. Тому проклеювання, як один з важливих технологічних процесів виробництва даного виду паперу набуває особливого, визначального значення.

Для того, щоб папір в документі якомога довше не зношувався та його можна швидко ідентифікувати пропонується використовувати для поверхневого оброблення на етапі виготовлення паперу водну поліуретанову дисперсію. Основним компонентом якої є поліуретани – гетероланцюгові полімери. Поверхневу обробку паперу проводять двома способами: або в клеїльній ванні, або у клеїльних пресах. Спосіб проклеювання в клеїльній ванні застосовують тільки для спеціальних видів паперу, в тому числі для документів. Нанесення розчинів на поверхню паперу проводять за допомогою пристроїв типу «сайз-прес» (рис. 1а), які складаються з двох циліндрів – пресів, за допомогою яких наноситься на обидві поверхні листа рідина, що розбризкується соплами, або просочувальної ванни (рис. 1б).

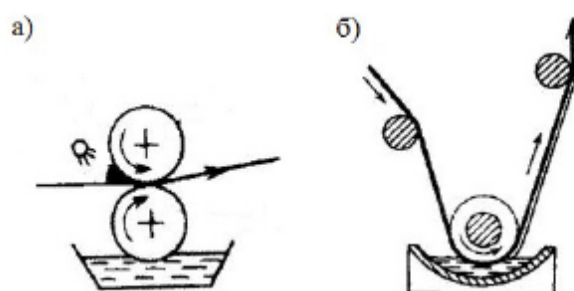


Рисунок 1 – Пристрої для нанесення клейких розчинів на поверхню паперу

Температура у ванні підтримується постійною – 40–50°C. Сушать папір нагрітими до 75–85°C сушильними циліндрами та з використанням аерофонтанного сушіння за температури 75–110°C [1].

Цей спосіб має численні переваги, оскільки нема потреби застосовувати етап покриття поза папероробною машиною. В даному випадку проклеювання забезпечує повне проникнення зв'язуючої речовини у волокнисту структуру паперу. Як наслідок – аркуш паперу захищений одночасно і зсередини та ззовні, що збільшує його довговічність.

Використання для поверхневого проклеювання водної поліуретанової дисперсії є надзвичайно ефективним, оскільки у макромолекулі поліуретанів містяться прості та складноєфірні функціональні групи, карбід-амідні групи, які збільшують діапазон міцності кінцевого продукту. Проклеювання паперу дозволяє досягати захисної плівки з ефектом бар'єру – дуже стійкої до хімічного та механічного впливу. В результаті папір залишається еластичним і стійким до згинань та змінань. Захисна плівка закриває пори паперу і створює фізичний бар'єр, який затримує забруднення із навколишнього середовища, насамперед поту та шкірного сала, які потрапляють на поверхню паперу із рук під час користування документом [1].

Перелік посилань:

1. Иванов С.Н. Технология бумаги. Изд. 3-е. Школа бумаги, 2006. – 696с.