

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

Інженерно-хімічний факультет

Кафедра екології та технології рослинних полімерів

«На правах рукопису»
УДК 676.011

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ М. Д. Гомеля

«___» _____ 2021 р.

Магістерська дисертація

на здобуття ступеня магістра

зі спеціальності 161-Хімічні технології та інженерія

на тему: Удосконалення технології виробництва флютигну

Виконала: студентка II курсу, групи ЛЦ-з01мп

Анащенко Альона Анатоліївна _____

Науковий керівник доц., к.х.н. Галиш В.В. _____

Рецензент _____

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

Київ – 2021 року

РЕФЕРАТ

Магістерська дисертація: 90 стор., 25 табл., 8 рис., 20 першоджерел, 3 додаток

Актуальність теми: Проблемою багатьох підприємств целюлозно-паперової промисловості є їх недостатній технічний рівень, застарілість виробничих потужностей і як наслідок нерентабельність виробництва. Проведення досліджень щодо реконструкції є актуальним, оскільки технологічне оновлення існуючих підприємств на основі використання науково-технічного потенціалу дозволить досягти зниження капіталомісткості підприємств, задоволення вимог до охорони навколишнього середовища та підвищення конкурентноздатності продукції.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами: розробка інноваційних технологій рослинного ресурсозбереження № ІХФ-2016-5.

Мета дослідження: Удосконалення технології виробництва флютингу задля економії ресурсів.

Задачі дослідження: Запропонувати зміни в технологічному потоці. Провести теоретичний пошук щодо сучасних технологічних процесів виробництва гофротари. Визначитися з інноваційними рішеннями для процесів виробництва флютинга. Навести класифікацію макулатури, що використовується у виробництві флютинга. Скласти технологічну схему виробництва флютинга з впровадженням нових технологічних рішень. Розрахувати матеріальний баланс та тепловий баланс до і після реконструкції. Провести розрахунки основного технологічного обладнання. Навести заходи по техніці безпеки на виробництві. Розробити стартап-проект.

Об'єкт дослідження: технологічні процеси при виробництві флютинга.

Предмет дослідження: технологічний потік для виробництва флютинга.

Методи дослідження: теоретичні, а саме обґрунтування реконструкції та вибір обладнання; математичні, а саме розрахунок матеріального та теплового балансу до та після удосконалення.

Практичне значення одержаних результатів: Прийняті технологічні рішення для покращення якості флютинга можуть бути застосовані на ПрАТ «Київський картонно-паперовий комбінат» та на інших підприємствах з виробництва тарних видів паперу та картону.

Публікації: двоє тез доповіді.

УДОСКОНАЛЕННЯ, МАКУЛАТУРА, РОЗВОЛОКНЕННЯ, ГІДРОРОЗБИВАЧ
INTENSAMaXX, СИСТЕМА ОЧИСТКИ, ФЛЮТИНГ

ABSTRACT

Master's thesis: 90 p., 25 tabl., 8 fig., 20 primary sources, 3 annex

Relevance of the topic: The problem of many enterprises of the pulp and paper industry is their insufficient technical level, obsolescence of production facilities and, as a consequence, unprofitable production. Carrying out research on reconstruction is relevant, as technological renewal of existing enterprises based on the use of scientific and technical potential will reduce the capital intensity of enterprises, meet environmental requirements and increase product competitiveness.

Connection of work with scientific programs, plans, themes: development of innovative technologies of plant resource conservation № IHF-2016-5.

The purpose of the study: Improving the technology of fluting production to save resources.

Research objectives: Propose changes in the technological flow. Conduct a theoretical search for modern technological processes of corrugated packaging production. Decide on innovative solutions for fluting production processes. Give the classification of waste paper used in the production of fluting. Draw up a technological scheme of fluting production with the introduction of new technological solutions. Calculate the material balance and heat balance before and after reconstruction. Carry out calculations of the main technological equipment. Provide safety measures at work. Develop a startup project.

Object of research: technological processes in the production of fluting.

Subject of research: technological flow for fluting production.

Research methods: theoretical, namely the rationale for the reconstruction and the choice of equipment; mathematical, namely the calculation of material and heat balance before and after improvement.

Practical significance of the obtained results: The adopted technological solutions to improve the quality of fluting can be applied at PJSC "Kyiv Cardboard

and Paper Mill" and other enterprises for the production of packaging paper and cardboard.

Publication: two thesis.

IMPROVMENT, RECYCLED PAPER, DEFINITION, INTENSAMaXX
HYDROBREAKER, CLEANING SYSTEM, FLYING

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ І ОДИНИЦЬ

КРМ - Картоноробна машина

ПРМ – Папероробна машина

ПРВ - Повздовжньо-різальний верстат

ВВ - Вимої волокна

МДМ- Механічна деревна маса

ВСТУП

Целюлозно-паперова промисловість займає одне з провідних місць серед галузі важкої промисловості більшості розвинених країн світу. Завдяки тому, що целюлозно-паперова промисловість базується на переробці відновлюваної сировини, вона розвиватиметься як у якісному, так і кількісному напрямках. При цьому інтенсивність створення нових потужностей з виробництва паперової продукції залежатиме від вирішення трьох найбільших проблем: забезпечення сировиною, задоволення вимог до охорони навколишнього середовища, зниження капіталомісткості підприємств. З цієї причини особливий інтерес викликають нові способи виробництва напівфабрикатів високого виходу, які дозволяють певною мірою знайти рішення зазначених завдань [1].

Паперова промисловість випускає понад 600 видів паперу та картону, що мають різноманітні властивості. Ця різноманітність властивостей різних видів паперу забезпечує широкі можливості застосування її у побуті й у різних галузях народного господарства: хімічної, електро-, радіотехнічної, харчової, будівельної та інших. Виробництво гофрокартону загальновизнано одним із найперспективніших напрямів розвитку целюлозно-паперової промисловості. Прогнози експертів підтверджуються щорічною статистикою. Якщо щорічний приріст виробництва паперу всіх видів становить 2-3 %, то приріст виробництва ящиків із картону становить 7-12 % [2].

Картон для плоских шарів гофрокартону (крафтлайнер) та флутинг – це волокнисті матеріали багаторазового використання. Гофрокартон відмінно підходить для вторинної переробки як сировина паперової промисловості.

На даний час коли є проблеми з забезпеченням сировиною, на сьогодні целюлозно-паперова промисловість України не має власного виробництва волокнистих напівфабрикатів, при виробництві гофрованого картону широко застосовується перероблена макулатура. Таким чином знижується собівартість

продукту, зменшується навантаження на навколишнє середовище, тому що будуть перероблятися відходи і економляться природні ресурси. Перший аспект актуальний для покупців, для яких низька ціна – основний критерій. Другий показник не менш важливий, тому що знижуються обсяги вирубки лісів і захист екології від відходів [2].

Папір для гофрування призначений для виготовлення гофрованого шару при виробництві гофрованого картону. Гофрокартон є дво-, три-, п'яти- і семишаровий. Найбільше використовується тришаровий гофрокартон, який складається з двох плоских шарів картону та одного шару флютингу між ними, що має гофровану (хвилеподібну) форму. Флютинг служить для підтримки певної відстані між поверхневими шарами і створює таким чином у гофрокартоні великий, з точки зору опору матеріалів, момент уповільнення. Частка паперу для гофрування становить 12 % від усього світового споживання гофри [7].

Фізико-механічні показники флютинга повинні забезпечувати стабільну якість при різних навантаженнях (при складуванні, штабелюванні, зберіганні і т.д.) і, головне, забезпечувати збереження гофри.

Папір для гофрування зазвичай виготовляється машинної гладкості проклеєним або непроклеєним. До композиції паперу може входити целюлоза, деревна маса та макулатура [7].

На сьогоднішній день одним з лідерів переробки вторинної сировини є ПрАТ “Київський картонно-паперовий комбінат”. Це підприємство складає серйозну конкуренцію іншим підприємствам через високу продуктивність і впровадження новітнього обладнання [1].

На даний час основною сировиною для виробництва тарних видів паперу та картону є вторинні волокна і гостро постає питання економії ресурсів. Тому метою даної магістерської дисертації є удосконалення виробництва флютингу задля економії ресурсів.

1 ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД

1.1 Світова практика переробки макулатури

В даний час існують три основні види волокнистої сировини, з яких виробляються напівфабрикати для целюлозно-паперової промисловості:

- деревина;
- недеревну сировину;
- вторинна волокниста сировина – макулатура.

Кілька десятиліть тому, коли обсяги виробництва картону та паперу були значно нижчими і перед людством ще не стояли проблеми екологічної та енергетичної криз, термін «макулатура» асоціювався з чимось неприємним, властивим усім відходам. Вважалося, що ресурси деревини невичерпні, оскільки постійно відтворюються природою. Макулатурі як джерелу сировини не приділялося достатньої уваги [1].

Інтерес до широкого використання вторинної волокнистої сировини для отримання продукції широкого призначення виник давно, але особливо підвищився на початку 70-х років у зв'язку з підвищенням цін на енергоносії. Більшість розвинених країн світу зі скромними запасами лісових ресурсів почали різко підвищувати частку вторинного волокна у композиції картону та паперу. Значення вторинного волокна для паперової промисловості зростало під тиском захисників довкілля. Дев'яностим рокам судилося стати свідками розширення номенклатури макулатурних видів паперу у газетному секторі паперової промисловості, а й у секторі високоякісних друкованих видів паперу.

Різке збільшення використання макулатурної маси у композиції майже всіх видів паперу та виникнення великого стратегічно важливого макулатурного бізнесу відкрили для паперової промисловості широке джерело сировинних матеріалів [2].

У найближчі роки інвестиційні процеси в целюлозно-паперовій промисловості Європи будуть пов'язані з розробкою та впровадженням ресурсозберігаючих та екологічно безпечних технологій, таких як виробництво термомеханічної маси, та переробкою макулатури зі збільшенням частки її використання в композиції паперу та картону до рівня підприємств найбільш розвинених країн, тобто до 50 %.

Вторинна волокниста сировина – макулатура є вироблена чи друкована продукція з паперу і картону, а також відходи їх виробництва та переробки.

Після належної переробки макулатурна сировина перетворюється на волокнистий напівфабрикат – макулатурну масу [2].

Прийнято відносити різні види целюлози та механічної деревної маси до первинних або «свіжих» напівфабрикатів, а макулатурну масу – до вторинних.

Широке використання макулатурної маси в композиції паперу та картону обумовлено такими обставинами:

- відсутні великі капітальні вкладення;
- скорочується витрата деревної сировини, що дозволяє зберегти запаси деревини;
- значно скорочуються витрати електроенергії, тепла та хімічних реагентів на виробництво картонно-паперової продукції;
- при очищенні стічних вод процесу переробки макулатури утворюється менша кількість опадів, що потребують утилізації;
- вирішується ряд екологічних проблем целюлозно-паперового виробництва, що дозволяють знизити споживання виробничої води, зменшити її забрудненість та витрати на її очищення [3].

Використання макулатури замість деревини дозволяє зменшити парниковий ефект у глобальному масштабі, оскільки у разі вивезення використаних виробів з паперу та картону на звалища в атмосферу виділилося б величезну кількість метану.

Водночас переробка макулатури дозволяє вирішити проблему зменшення кількості побутових відходів у густонаселених регіонах та великих містах.

Використання макулатурної маси в композиції паперу та картону в умовах ринкової економіки дозволить підприємствам України та інших країн СНД не залежати від вартості товарної целюлози, виробленої підприємствами-

монополістами, та від вартості та стабільності поставок балансової деревини та технологічної тріски, що використовуються під час виробництва целюлози.

У більшості країн рівень використання макулатури ще не досяг максимального рівня. Подальшому зростанню цього показника сприяють три основні фактори:

- висока конкурентоспроможність вторинної волокнистої сировини – макулатури – порівняно з деревиною;
- законодавчі акти, що вимагають збільшення ступеня використання макулатури у композиції паперу та картону;
- підвищення попиту на папір та картон, що містять у композиції значну кількість макулатурної маси, так звані «макулатурні» папір та картон, обумовленого пропагандою у засобах масової інформації та акціями руху «зелених» [1].

До основних існуючих проблем паперово-картонних підприємств в Україні сьогодні слід зарахувати:

- дефіцит вторинної волокнистої сировини, що пояснюється, насамперед, низьким обсягом виробництва та споживання паперу та картону, що становить близько 30 кг на душу населення, у той час як у США, Японії та європейських країнах цей показник досягає 250 і більше кг;
- недосконалість системи збирання та сортування вторинної сировини, що призводить до підвищеного забруднення макулатури сторонніми включеннями, особливо липкими речовинами, що ускладнюють її переробку;

– використання морально застарілого та фізично зношеного обладнання за відсутності ефективного вітчизняного обладнання для переробки макулатури. При цьому установка одного сучасного апарату в технологічній лінії не завжди забезпечує підвищення якості волокнистого напівфабрикату і призводить до заміни існуючого обладнання;

– погіршення якості використовуваної макулатури при зниженні паперотворних властивостей макулатурної маси. У технологічні лінії переробки макулатури надходять волокна, які раніше неодноразово пройшли цикл операцій паперового виробництва.

Вторинні волокна за своїми фізико-хімічними та морфологічними властивостями значно відрізняються від волокон первинних напівфабрикатів, характеризуються підвищеним ороговілим станом поверхні, зумовленим сушінням паперу та картону [3].

Мета переробки макулатури – отримання волокнистого напівфабрикату для використання в композиції паперу та картону при максимальному заміщенні первинних волокнистих напівфабрикатів – целюлози та механічної деревної маси (МДМ).

Завдання процесу переробки макулатури – відновлення паперотворних властивостей вторинного волокна при видаленні сторонніх домішок якомога раніше за технологічним потоком.

Однією з основних причин нижчих паперотворних властивостей макулатурної маси в порівнянні з первинними напівфабрикатами є підвищення вмісту зольних елементів та фракції О-волокна (менше 0,2 мм) до 30 %. Так звана фракція О-волокна є ороговілими фібрилами і дрібними уривками волокон, які за впливом на процеси паперового виробництва подібні до зольних елементів.

Зміст дрібних фракцій у макулатурній масі до певного значення, конкретного кожного окремого виду паперово-картонної продукції, сприяє підвищенню показників механічної міцності. Вміст зольних елементів понад 5

% у макулатурній масі, як правило, покращує її паперотворні властивості, насамперед показники механічної міцності. Підвищення вмісту зольних елементів понад 12 % знижує фільтраційні властивості паперової маси внаслідок зменшення міжволоконних сил зв'язку [7].

За даними голландської фірми SCA Packaging De Hoop, вміст золи та дрібного волокна в макулатурній сировині зростає пропорційно до кратності його повторного використання. Так, в даний час на європейських підприємствах міст короткого волокна в макулатурній масі досягає 52 %, а вміст зольних елементів зріс з 12 % у 1980 році до 25 % у 2004-му, внаслідок чого показники механічної міцності макулатурної маси погіршилися вдвічі.

Для підвищення показників механічної міцності макулатурної маси необхідно здійснювати технологічний контроль за вмістом зольних елементів безпосередньо після основних операцій переробки макулатури – розволокнення вторинної волокнистої сировини, грубого та тонкого сортування макулатурної маси.

Для відновлення паперотворних властивостей вторинних волокон також необхідно збільшення внутрішньої фібриляції за збереження довжини волокна. З цією метою на підприємствах традиційно застосовується додаткове розмелювання макулатурної маси, невиправдано збільшуючи витрату енергії, що є наслідком використання недостатньо продуманої технологічної схеми переробки макулатури.

У сучасних технологічних схемах підготовки вторинного волокнистого напівфабрикату зазвичай не передбачають використання додаткового розмелювання та термодиспергування макулатурної маси.

Технологія переробки макулатури значно складніша, ніж підготовка паперової маси з первинних напівфабрикатів, тому що макулатура як вторинне волокнисте сировину є сумішшю різних волокнистих напівфабрикатів, які містять деяку кількість домішок, забруднень та інших небажаних складових:

– різні добавки, що використовуються в процесі виробництва паперу, такі як наповнювачі, барвники, компоненти покриттів та інші функціональні та технологічні речовини;

– речовини, що використовуються при переробці паперово-картонної продукції, такі як фарби, покриття, ламінати, проклеюючі речовини тощо;

– матеріали, що потрапляють у паперово-картонну продукцію при її використанні та в процесі збирання вторинної сировини: дріт, мотузки, плівки, пісок, каміння, скріпки, затискачі тощо.

Видалення домішок неволокнистого характеру значною мірою залежить від їх кількості, розміру, форми, деформованості та щільності частинок, а також властивостей їхньої поверхні, що визначають їхню здатність до флотації [2].

1.2 Основні операції технологічної схеми переробки макулатури та їх призначення

До основних операцій переробки макулатури відносяться:

– розволокнення макулатури для отримання суспензії волокнистої при одночасному відділенні великих частинок домішок;

– очищення макулатурної маси від тяжких включень;

– сортування макулатурної маси з метою відділення домішок органічного та неорганічного характеру;

– фракціонування для поділу макулатурної маси по довжині волокон;

– додаткове розмелювання для поліпшення паперотворних властивостей макулатурної маси;

– диспергування макулатурної маси для відокремлення частинок друкарської фарби від поверхні волокон, зниження кількості агломератів липких речовин, змішування маси з вибілюючими реагентами;

– згущення для проведення низки технологічних операцій: диспергування, відбілювання або зберігання макулатурної маси за більш високої концентрації;

– видалення друкарської фарби при флотації та промиванні макулатурної маси.

Важливими критеріями оцінки економічної ефективності технологічного ступеня є питома витрата енергії (УРЕ) та концентрація маси. Крім того, УРЕ значною мірою залежить від витрати енергії на розволокнення макулатури та видалення домішок при сортуванні, очищенні, флотації або промиванні макулатурної маси [3].

Дотепер відсутня чітка різниця між низькою (LC), середньою (МС) та високою (НС) концентрацією: визначення концентрації залежить від операції технологічного процесу.

Розвиток, формування та відновлення паперотворних властивостей макулатурної маси має здійснюватися за рахунок розробки нових та вдосконалення існуючих технологій з використанням новоствореного обладнання, при зниженні витрати свіжої води та енергії, зменшенні втрат волокна та утилізації відходів.

Немає оптимальної технологічної схеми переробки макулатури. При виборі та проектуванні технологічної схеми переробки макулатури слід керуватися таким:

– маркою перероблюваної макулатури та необхідною якістю волокнистого напівфабрикату;

– високою гнучкістю – флексибільністю технологічного процесу;

– готовністю підприємства до капітальних витрат та експлуатаційних витрат;

– ступенем допустимого фінансового ризику.

Таким чином, процес переробки макулатури – це сукупність технологічних операцій для відновлення паперотворних властивостей

вторинних волокон при максимальному видаленні небажаних сторонніх домішок органічного та неорганічного характеру [3].

Слід зазначити, що використання як вихідний матеріал високоякісної макулатури дає можливість отримання у дві стадії волокнистого напівфабрикату, який може бути використаний у композиції зошитного, шпалерного, санітарно-побутового та інших видів паперу. Наприклад, переробка макулатури з упаковки для харчових продуктів типу Tetrapak, виготовлених із сульфатної біленої целюлози, дозволяє отриману після двох стадій переробки макулатурної маси використовувати в білому покривному шарі картону типу топ-лайнер. При цьому слід враховувати, що близько 30 % такої макулатури складають поліетиленова плівка та інші липкі забруднення, які необхідно відокремити та спрямувати на переробку [2].

При проектуванні технологічної-схеми переробки макулатури слід враховувати економічну ефективність включення операцій з видалення друкарської фарби – деінкінгу та відбілки макулатурної маси, що зумовлено такими факторами:

- значне зниження виходу макулатурної маси (до 60-70%);
- придбанням додаткового обладнання та хімічних реагентів;
- необхідністю створення інфраструктури для зберігання, підготовки та дозування хімічних реагентів;
- додатковим підвищенням забрудненості виробничої води, а отже, витрат на її очищення та ліквідацію відходів.

Підвищення вмісту зольних елементів у макулатурній сировині призводить до підвищення забрудненості оборотної та стічної води. Вихід волокнистих напівфабрикатів побічно характеризує забрудненість стічної води. Забруднення, що у технологічну воду під час виробництва макулатурної маси, складаються з волокон, частинок друкованої фарби та залишків хімічних реагентів. Ці забруднення потрапляють у стічні води підприємства чи надходять разом із масою на ПРМ [7].

Система водопостачання підприємства та ступінь замкнутості його водообігу є одними з найважливіших факторів, що впливають на забрудненість стічної води виробництва. Об'єм скиданих стоків виробництва макулатурної маси невеликий, проте становить певну екологічну небезпеку.

Переробка макулатурної маси на щаблях технологічної лінії переробки макулатури по-різному впливає на якість волокнистого напівфабрикату: розподіл волокон по довжині, білизну, чистоту, показники механічної міцності. Розвиток процесу переробки макулатури зумовлює подальше вдосконалення технологічного устаткування, використовуваного різних стадіях переробки макулатури.

Конструктивні особливості гідророзбивача визначають усі наступні операції технологічного процесу переробки макулатури. Спочатку ефективно розволокнення з повним поділом макулатурної сировини на окремі волокна в гідророзбивачі скорочує кількість обладнання, що використовується для підготовки макулатурної маси.

У існуючих схемах переробки вторинної волокнистої сировини в першу чергу слід модернізувати конструкції гідророзбивачів для підвищення ефективності розволокнення макулатури і застосовувати фракціонування або для поділу суспензії на довговолокнисту і коротковолокнисту фракції, або відділення О-волокна з подальшим видаленням його з потоку. Конструювання нового обладнання має проводитися з урахуванням можливого зниження споживання енергії, витрати свіжої води, зменшення обсягу відходів та втрат волокна [3].

На закінчення слід констатувати, що макулатура є дуже перспективною волокнистою сировиною для паперово-картонного виробництва в ХХІ столітті, обсяги використання якого неухильно наближаються до обсягів її збору, а папероутворюючі властивості і частка використання макулатурної маси в композиції паперу та картону залежать не тільки від марки, але багато в чому визначається обраною технологією та високоефективним обладнанням [2].

1.3 Підготовка макулатурної маси для виготовлення паперу для гофрування

Основною метою підготовки макулатурної маси для виробництва картону та пакувальних видів паперу є досягнення оптимальних показників механічної міцності, що особливо важливо при використанні високошвидкісних паперових машин (ПРМ). Сировиною для отримання макулатурної маси, яка використовується для виробництва паперу-основи для гофрування та картону для плоских шарів гофрованого картону, є макулатура з видів упаковки та картону, а також побутових паперових відходів. Досягнення максимальної чистоти макулатурної маси дозволяє уникнути проблем із відкладеннями на обладнанні та, відповідно, виключення обривів паперового полотна. Одержання макулатурної маси високої чистоти ускладнюється неухильним зниженням якості сировини. Збільшення вмісту липких речовин та зольних елементів у вихідній сировині та зниження міцності волокна характерні для підприємств Центральної Європи, які протягом тривалого часу (більше 50 років) переробляють макулатуру. Дані проблеми слід очікувати найближчими роками та підприємствам України.

Додаткові проблеми виникають з утилізацією обсягів твердих відходів і шламу, що постійно збільшуються. Необхідно адаптувати процес підготовки макулатурної маси до нових умов з урахуванням цих проблем. Удосконалення процесу переробки макулатури передбачає включення до технологічної схеми додаткових операцій та ступенів обробки макулатурної маси, оптимальне управління водокористуванням та ефективну систему зневоднення відходів та шламу [2].

Процес підготовки макулатурної маси для паперу-основи для гофрування досить простий, тому що даний напівфабрикат може мати відносно низькі показники механічної міцності та чистоти в порівнянні з макулатурною масою для виробництва тест-лайнера.

Проте для отримання напівфабрикату, який можна успішно використовувати для виготовлення паперу-основи для гофрування, необхідно включати до технологічної лінії з переробки макулатури всі основні операції з підготовки макулатурної маси: розволокнення, грубе очищення, додаткове розволокнення та сортування, тонке очищення та тонке сортування. Відсутність у технологічній лінії двох останніх операцій значно знизить показники механічної міцності макулатурної маси та якість паперу.

Розволокнення макулатури здійснюється в гідророзбивачі, після грубого очищення проводиться додаткове розволокнення та грубе сортування макулатурної маси, видалення з неї важких частинок у гідроциклонах, потім тонке сортування. При тонкому сортуванні макулатурної маси можуть бути використані сита з більшою шириною щілин.

Безперервне розволокнення макулатури при низькій концентрації (LC) проводиться у гідророзбивачі. Ефективне управління системою видалення домішок є обов'язковою умовою переробки макулатури. Тривалість розволокнення визначається маркою макулатури та режимом експлуатації гідророзбивача. Вміст нерозволокнених фрагментів макулатури отриманої макулатурної маси становить приблизно 20 %. Зберігання в басейні протягом 30 хвилин при температурі 50 °C сприяє набуханням волокон, збереженню їх довжини при підвищенні гнучкості та пластичності на щаблях додаткового розволокнення, сортування та розмелювання, а також гомогенізації маси [5].

Технологічна схема включає грубе очищення макулатурної маси гідроциклонах для видалення важких включень. Очищена суспензія подається в дискове сортування-сепаратор для остаточного розволокнення та грубого сортування. У технологічній схемі передбачено два ступені дефлокуляції. Діаметр отворів сита дискових сортувань на обох щаблях становить 2,4 мм. При достатньому ступені розволокнення макулатури після гідророзбивача можливе використання сортування з отворами сита діаметром 1,6 мм як на першому, так і на другому ступені грубого сортування [7].

Вміст нерозволокнених фрагментів макулатури після дефлокуляції та грубого сортування макулатурної маси зменшується до 4 %, і вони можуть бути видалені як відходи на наступних щаблях тонкого сортування та очищення.

Далі проводиться тонке очищення макулатурної маси в гідроциклонах. Відокремлені важкі відходи для очищення макулатурної маси згущують шляхом седиментації або фільтрації. Надлишок оборотної води використовується для розведення макулатурної маси у технологічній лінії [7].

1.4 Фази формування паперового полотна

На сіточному столі можна назвати п'ять фаз процесу відливу.

Вхідна фаза – кутовий рух маси з напірного ящика стає горизонтальним зі швидкістю, близькою до швидкості руху сітки. Перехід не повинен супроводжуватись пошкодженням волокна або захопленням масою повітря. У цьому етапі може виникнути необхідність деякого уповільнення зневоднення, тобто надмірне відведення води на формуючій дошці може негативно позначитися на структурі полотна і призвести до підвищення провалу дрібниці через сітку.

Фаза формування – створення в потоці маси мікротурбулентності, щоб уникнути зайвого пластівцеутворення волокон. Ця фаза має бути активною – тоді формування полотна буде оптимальним. Зневоднення має відбуватися без зусиль, щоб звести до мінімуму отримання поганої структури полотна та провал дрібного волокна через сітку.

Фаза зневоднення – зневоднення необхідно посилювати, поступово збільшуючи кут скосу гідропланок та починаючи подавати невеликий вакуум. Необхідно підтримувати частоту гармонійних коливань, наскільки це практично можливо, шляхом дотримання чіткої відстані між лезами планок – воно має відповідати встановленому значенню або бути кратним йому.

Перехідна фаза – необхідно продовжувати поступово збільшувати вакуум так, щоб повільно дійшло до так званого прикордонного стану між сухістю та вологістю. Використання двокамерних зневоднюючих елементів, що працюють на середньому рівні вакууму, допоможе отримати оптимальну якість зневоднення за мінімально можливого вакууму.

Фаза високого розрядження – після граничного стану вода утримується в полотні тільки за рахунок капілярного тяжіння, і для її видалення потрібно застосування зусилля, тобто необхідно значно збільшити швидкість прососа повітря за рахунок використання високого розрядження. Тут правила поступового застосування вакууму діють як у жодній іншій частині сіткового столу. Досягнення рівномірного просвіту паперу, що виготовляється, можливе тільки якщо волокна укладаються м'яко і поступово. У цій частині столу добре зарекомендувало себе використання багатоканальних елементів, що відсмоктують, які дозволяють підвищити концентрацію з одночасним зниженням тяги. Додаток надто сильного розрядження на ранніх етапах може звести нанівець усі описані вище зусилля, а також призвести до надто високого споживання енергії та не дозволити здійснити подальші процеси пресування та сушіння оптимальним чином [7].

1.5 Пресування паперового полотна

Сучасні ПРМ, як правило, спеціалізуються на виробленні певного виду продукції, вимоги до якості якої визначають конструктивні особливості машини. Ефективність зневоднення паперового полотна, як зазначалося раніше, визначається опором стиску волокнистого скелета і опором фільтрації води в полотні, що стискається. Для деяких видів паперу вирішальним фактором є опір стиску паперового полотна. Це, наприклад, санітарно-гігієнічні види паперу, високоякісний папір масою до 100 г/м², включаючи офсетну та ін. Оскільки

проникність цих видів паперу велика і в стислому стані, то гідравлічний тиск у порах полотна мало навіть при великих зовнішніх навантаженнях. Тому для цих видів продукції застосовують преси з відносно «жорсткою» зоною контакту валів, що утворюється, наприклад, гранітним валом та жолобчастим валом із сорочкою з корозійностійкої сталі без гумового покриття. Враховуючи малу масу 1 м^2 таких видів паперу, а отже, і порівняно невелику кількість води, що видаляється під час пресування, у таких пресах застосовують легкі, але жорсткі сукна. Велике значення кінцеву сухість у разі надає повторне зволоження паперу на вихідній боці зони пресування. У зв'язку з цим на тихохідних та середньошвидкісних машинах, що виробляють дані види продукції, не застосовується пресування між двома сукнями. Для зменшення зворотного поглинання застосовують сукна з тонкими волокнами ватки на лицьовій стороні сукна [3].

До видів паперу, на зневоднення яких вирішальний вплив має підвищений опір полотна фільтрації води, відноситься папір, що виробляється з маси високого ступеня помелу, і папір і картон з великою масою 1 м^2 . При пресуванні такого паперу слід насамперед збільшувати тривалість пресування. Тому найбільш раціональним у цьому випадку є застосування пресів з подовженою зоною пресування. При використанні пресів валкового типу збільшити тривалість пресування можна за допомогою валів великого діаметру з м'якшими покриттями та більш важких сукон. Доцільно вдаватися до підігріву паперового полотна [7].

Пресова частина більшої частини сучасних машин складається з компактного багатовального преса з трьома або чотирма зонами пресування, після якого при необхідності може встановлюватися один або два двовільні преси, що окремо стоять. З найчастіше застосовуваних схем пресових частин можна назвати наступні: Twinver прес, Tri-nip прес, Vi-nip прес, Tri-Vent прес, універсальний прес.

Зі збільшенням швидкості машини та вмісту в композиції паперу та картону напівфабрикатів високого виходу та макулатури виникла потреба у суттєвому збільшенні тривалості пресування. Крім того, при великих швидкостях виникає небезпека урвищ паперового полотна внаслідок зростання його натягу під дією відцентрових сил. Застосування в пресових частинах головних пресів дозволило уникнути цієї небезпеки.

Існують певні чинники, що впливають на процес пресування паперового полотна, зокрема такі як:

– з підвищенням питомого тиску збільшується сухість полотна, щільність, механічні показники внаслідок кращого контакту між волокнами, зменшується пористість та непрозорість. Лінійний тиск у міру збільшення сухості полотна від першого до наступних прес збільшується від 30-40 кг/см до 120 кг/см.

– з підвищенням швидкості роботи машини зневоднення на пресах погіршується, оскільки зменшується час пресування. Целюлозні добре розмелені волокна, що мають на поверхні велику кількість гідроксильних груп, міцніше утримують воду, ніж деревна маса тієї ж міри помелу, так як гідроксильні групи в деревній масі блоковані лігніном.

– з підвищенням температури знижується в'язкість води, полегшується зневоднення. Іноді полотно підігривають, але це посилює маркування паперу сукнами.

Зі зменшенням маси 1 м² нижче 200 г сухість зменшується, що пояснюється зворотним ходом вологи із сукна в папір під дією сил капілярного всмоктування. З метою зниження зворотного переходу вологи із сукна в полотно останнє відразу після виходу із зони пресування необхідно відокремлювати від сукна, пропускаючи через паперопровідний валик.

При надмірному натягу полотна збільшується анізотропія, за відсутності натягу полотно провисає, утворюючи складки, що причиною обривів. На якість паперу також впливає рівномірність розподілу тиску між валами пресів по

ширині машини, що залежить від стану облицювання валів та їхнього бомбування [7].

2 ІННОВАЦІЇ У ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ФЛЮТИНГУ

2.1 Забезпечення ефективного сортування макулатурної маси у виробництві флютингу

Важливим етапом у підготовці паперової маси до відливу є видалення сторонніх включень різного характеру, яке відбувається у декілька етапів. При використанні в макулатури як вихідної сировини для виробництва паперу та картону, першим етапом очистки паперової маси є відокремлення тяжких і частини легких включень ще в процесі розпуску волокнистих напівфабрикатів у гідророзбивачі. Ефективного видалення тяжких включень, а саме дротів, каменів, піску, скла та ін., можна досягти шляхом використання системи очистки відходів гідророзбивача IntensaMaXX (рис. 2.1) [4].

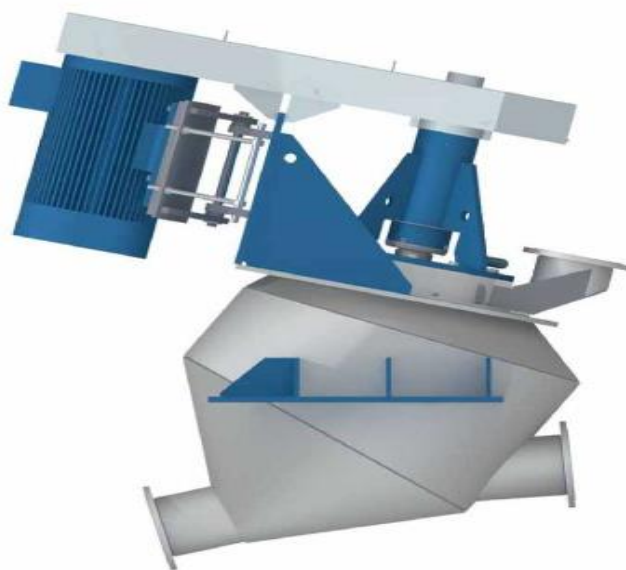


Рисунок 2.1 – Система очистки відходів гідророзбивача IntensaMaXX

IntensaMaXX – компонент системи TwinPulr для видалення забруднення з гідророзбивача. Під час розволокнення макулатурної сировини концентрація забруднень у ванні гідророзбивача може сягати 15 %. Для порівняння: вміст забруднень у вихідній макулатурі набагато нижче – близько 5 %. Накопичення

забруднень в гідророзбивачі може помітно знизити його продуктивність. Саме з цієї причини частина накопичених забруднень безперервно видаляється з гідророзбивача в установку IntensaMaXX. Тут відбувається подальше акумулювання відходів, в той час як волокно повертається в гідророзбивач. При концентрації забруднень близько 50 %, промивна вода вимиває волокно з установки IntensaMaXX назад в гідророзбивач, після чого відходи направляються в сортувальний барабан. Звідси надлишок води повертається в гідророзбивач, а попередньо зневоднені забруднення практично без вмісту волокна надходять на прес для згущення відходів [4].

Важливим етапом очистки паперової маси є етап видалення дрібних сторонніх включень неволокнистого характеру. Ефективного видалення таких включень, а саме піску, скріпок та ін., можна досягти шляхом використання системи грубої очистки паперової маси PrimeCLEAN (рис. 2.2) [4].

Рисунок 2.2 – Система грубої очистки паперової маси PrimeCLEAN

Переваги використання системи грубої очистки макулатурної маси PrimeCLEAN полягають у:

- компактності установки, за рахунок того, що два ступеня очищення проходять в одній установці завдяки розбавленню в нижній частині конуса;
- високій продуктивності при невисоких енергетичних затратах, завдяки тому, що процес очищення відбувається при високій концентрації маси на подачі – до 3 % у лініях підготовки маси та до 2 % при застосуванні у системі короткої циркуляції [4].

Використання системи грубої очистки дозволяє скоротити втрати волокна в процесі очищення на 4-8 % (рис 2.3)

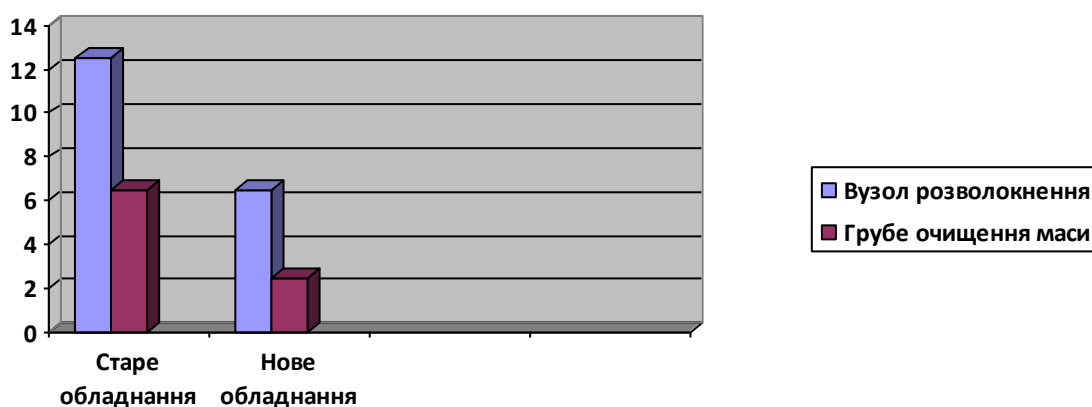


Рисунок 2.3 – Втрати волокна в процесі очищення маси на старому та новому обладнанні

2.2 Підвищення енергоефективності розмольно-підготовчого відділу

Розмелювання волокнистих напівфабрикатів є важливим процесом у виробництві паперу та картону, який дозволяє в широкому інтервалі змінювати їх фізико-механічні властивості – показники міцності. Варто відзначити, що даний етап підготовки паперової маси є досить енергозатратним, що впливає на собівартість кінцевої продукції. З метою зменшення енерговитрат при

виробництві флютингу, пропонуємо встановити новий дисковий рафінер низької концентрації від ANDRITZ з технологією розмелювання Prime – TWINFLO Prime (рис. 2.4) [4].

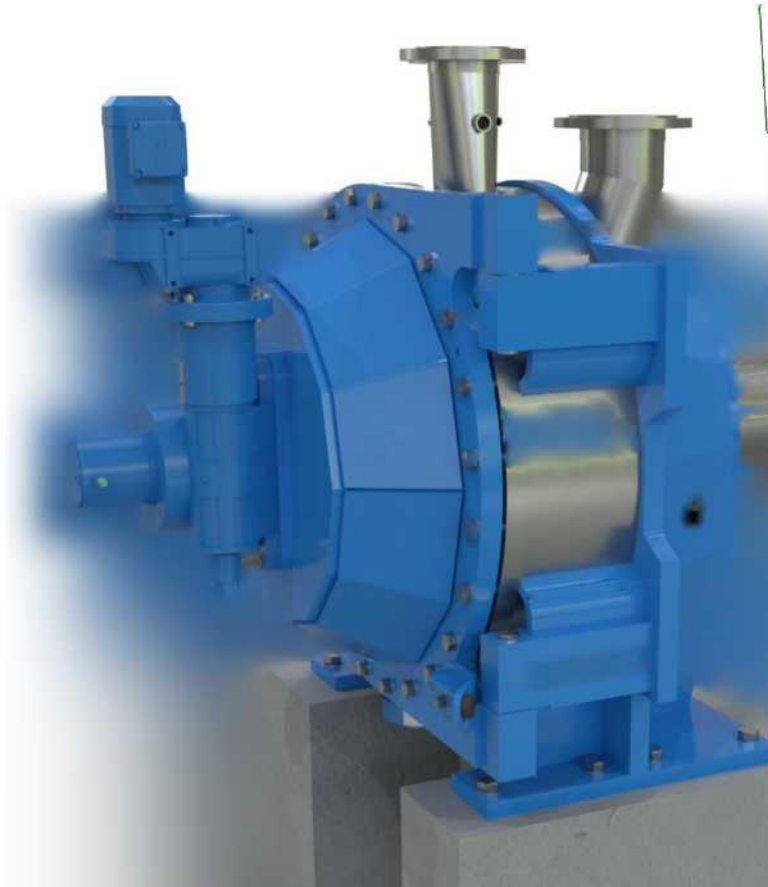


Рисунок 2.4 – Дисковий рафінер низької концентрації від ANDRITZ з технологією розмелювання Prime – TWINFLO Prime

До основних переваг використання дискового рафінеру низької концентрації від ANDRITZ з технологією розмелювання Prime – TWINFLO Prime для належної підготовки макулатурної маси відносяться:

- Фіксоване з'єднання між ротором та валом;
- Компактна та надійна конструкція машини;

- Більш низька витрата енергії на розмелювання при меншій займаній площі;
- Оптимальні робочі умови;
- Збільшені отвори в диску, що обертається, спеціальний демпфуючий пристрій та робота машини без використання мастил;
- Простіше технічне обслуговування;
- Спрощена заміна підшипникового вузла;
- Збільшений термін служби розмелювальної гарнітури та відсутність нерівномірного зносу;
- Не відбувається вкорочення волокна [4].

Встановлення дискового рафінеру низької концентрації від ANDRITZ з технологією розмелювання Prime – TWINFLO Prime дозволить зменшити енерговитрати розмольно- підготовчого відділу на 4 %

2.3 Використання гібридної формуючої частини PRIMEFORM HB з напірним ящиком PrimeFlow AT

Формування на плоско-сітковому гібридному формуючому пристрої Prime Form HB дозволить раціонально вирішувати такі технічні завдання:

- можливість зниження концентрації маси в напускному пристрої;
- плавне зневоднення елементарного шару при одночасному зростанні сухості в кінці формування;
- підвищення швидкості і продуктивності ПРМ;
- підвищувати якість паперу при збереженні тієї ж продуктивності, отримувати папір вищих марок за рахунок високоякісного формування елементарного шару.

Плоско-сіткова основна частина оснащена формуючою дошкою, гідропланками, реєстровими валиками і відсмоктувальними ящиками. Всі

сітки, що використовуються – синтетичні. Оптимальна концентрація маси в напірному ящику становить 0,8 -1,3 %.

Prime Form HB дозволяє здійснювати формування паперового полотна між двома сітками. Саме таким формуванням можна досягти сухості 12-15 % завдяки натягненню контр-сітки та дії відцентрових сил. У цьому випадку сітка не тільки не пропускає через себе воду, але і вирівнює масу, що дозволяє поліпшити якість картону і використовувати масу більшої концентрації в напірному ящику, а також зменшити вимої волокна (BB) [4].

Вдосконалена система установки Prime Form HB гарантує стабільне формування полотна при максимальних швидкостях.

У зоні відсмоктувального ящика верхньої сітки Prime Form HB проводка сітки з самого початку виконана по дугі, це дозволяє стабілізувати сітку при високих швидкостях, не навантажуючи формуючі контр-планки. Крім того, зона зневоднення від грудної дошки до передачі полотна в пресову частину оптимізована з точки зору енергоефективності при одночасному підвищенні сухості. Оснащення формеру відсмоктувальними ящиками підбирається в залежності від сорту паперу, що виробляється. Крім того, в якості останнього елемента зневоднення замість відсмоктувального гауч-валу застосовується високо-вакуумні відсмоктувальні ящики. Промислові установки доводять, що це істотно знижує інвестиційні витрати, а також скорочує споживання енергії.

Формувальна частина обладнана сучасними напірними ящиками з щілинними формуючими пристроями, які ефективно створюють турбулентність потоку маси, забезпечують оптимальні умови при широкому діапазоні інтенсивності потоку в напірному ящику, мають засоби створення оптимальної гідродинаміки в напірному ящику, що дозволяє працювати з масою різної концентрації, і забезпечують рівномірний розподіл маси по всій ширині, мають систему регулювання профілю маси.

Фірма «Andritz» розробила конструкцію гідродинамічного напірного ящика PrimeFlow SW. Конструкція якого забезпечує рівномірний профіль

швидкості потоку маси по ширині машини. Напірний ящик не має внутрішніх рухомих або обертових частин, займає мало місця і успішно застосовується при виробленні різних видів паперу і картону на машинах будь-якої ширини і швидкості [4].

Напірний ящик фірми «Andritz» забезпечує випуск високоякісних видів паперу та картону з мінімальними коливаннями по масі 1 м^2 , характеристикам механічної міцності і рівномірності макроструктури. Точне регулювання маси 1 м^2 і орієнтації волокон в листі забезпечується контрольованим введенням в змішувальну камеру оборотної води низької концентрації зі спеціального потоко-розподільника параболічного типу [4]. Напірний ящик з регулювальним модулем успішно працює на високопродуктивних машинах з виробництва паперу (рис. 2.5 та 2.6) [4].

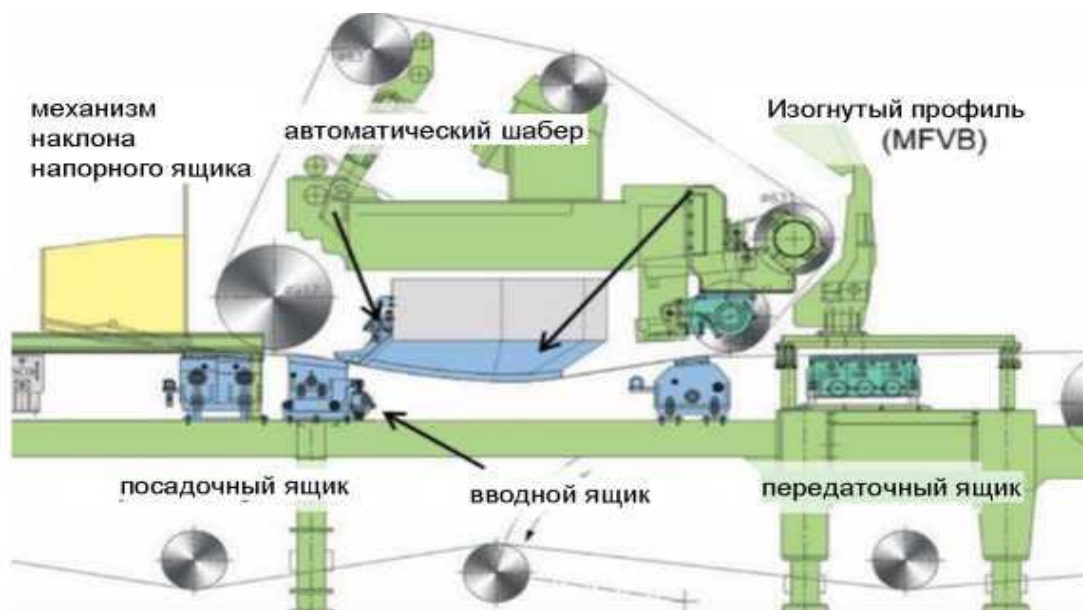


Рисунок 2.5 – Формуючої частини PRIMEFORM HB

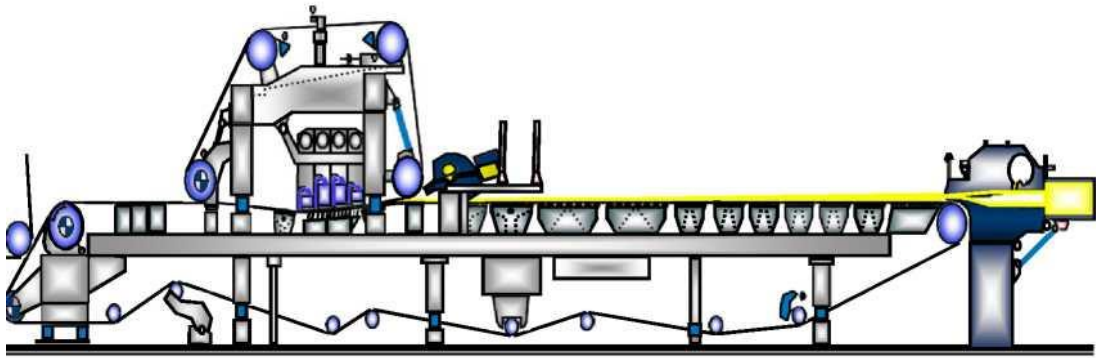


Рисунок 2.6 – Гібридна формуюча частина для формування полотна флютингу

2.4 Підвищення ефективності пресування паперового полотна

Процес пресування впливає на істотне підвищення сухості паперового полотна перед його надходженням в сушильну частину папероробної машини. З метою підвищення сухості полотна перед сушильною частиною пропонуємо встановити TRI-NIP прес (рис. 2.7).

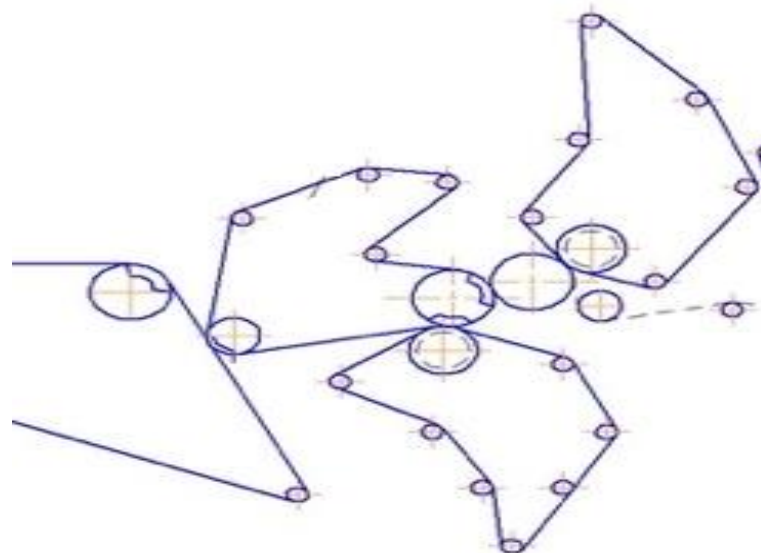


Рисунок 2.7 – Пресова частина TRI-NIP

TRI-NIP являє собою компактний блок чотирьох пресових валів, які таким чином утворюють три зони пресування [3]. Цей прес використовується в основному для концепції пресової частини з модулем башмачного преса на позиції першої зони пресування. В якості центрального вала 1-ої і 2-ий зони пресування використовується трикамерний відсмоктувальний вал з трьома камерами, що працюють під високим вакуумом і забезпечують видалення води з сукна в зоні пресування, і однокамерний з низьким вакуумом, що забезпечує передачу паперу з 1-ої зони пресування у 2-у зону пресування. На позиції центрального пресового вала в 2-ій і 3-ій зоні пресування встановлюється гладкий пресовий вал без сукна. Вал збалансований для двох зон пресування з лінійним тиском до 1 200 кН/м. Гладка поверхня вала забезпечує передачу картонного полотна з 2-ої зони в 3-тю зону пресування. На позиції 3-ої зони пресування використовується комбінація модуля башмачного преса і нерухомого пресового вала, що дозволяє пресувати з більшим лінійним тиском і утворюється ширша зона пресування для кращого зневоднення картонного полотна.

Основною перевагою пресової частини з чотирьохвальним пресом TRI-NIP є покращення шляху проходження паперового полотна через пресову частину і скорочення довжини ділянки вільного пробігу. Флютинг при проходженні через пресову частина знаходиться постійно в контакті з одним з валів і немає необхідності встановлювати в пресовій частині допоміжні провідні валики [3].

Результати розрахунку теплового балансу до та після сушіння представлено в ДОДАТКАХ А та Б. Відповідно до результатів виконаних розрахунків із використанням комп'ютерного забезпечення встановлено, що витрати пари на сушіння полотна флютингу зменшуються в 1,5 рази в результаті удосконалення пресової частини шляхом встановлення TRI-NIP пресу.

3.2 Технологічна схема виробництва флютингу та її опис

Технологічна схема виробництва флютингу представлена на рис. 3.1.

Кіпи макулатури марок МС-5Б-2, МС-5Б-3 автонавантажувачем подаються до транспортеру, де дріт розрізається і видаляються сторонні включення і далі потрапляє в гідророзбивач TwinPulp I (1) об'ємом 120 м³ для подальшого розпуску. У гідророзбивач подається обігова вода. Концентрація маси становить 3,6 %. Розпуск маси відбувається за рахунок енергійного механічного перемішування волокна з водою за допомогою ротора. Використання ротора спеціальної конструкції забезпечує ефективність ведення розпуску і захищає сито від зносу.

Розволокнена макулатурна маса подається з гідророзбивача у вторинний гідророзбивач (2) з сортувальною плитою, який призначений для грубого сортування волокнистої суспензії. Попередньо на вході у вторинний гідророзбивач волокниста маса додатково розбавляється оборотною водою.

Розпущена маса, яка пройшла через отвори сита, направляється в приймальний басейн (5), а відходи надходять в установку IntensaMaXX (3), де відбувається подальше акумулювання відходів, в той час як волокно повертається в гідророзбивач. При концентрації забруднень близько 10 %, промивна вода вимиває волокно з установки IntensaMaXX назад в гідророзбивач, після чого відходи направляються в сортувальний барабан (4). Звідси надлишок води повертається в гідророзбивач, а попередньо зневоднені забруднення практично без вмісту волокна надходять на прес для згущення відходів. Асиметрична форма установки IntensaMaXX гарантує безвідмовну роботу протягом всього процесу обробки відходів гідророзбивача.

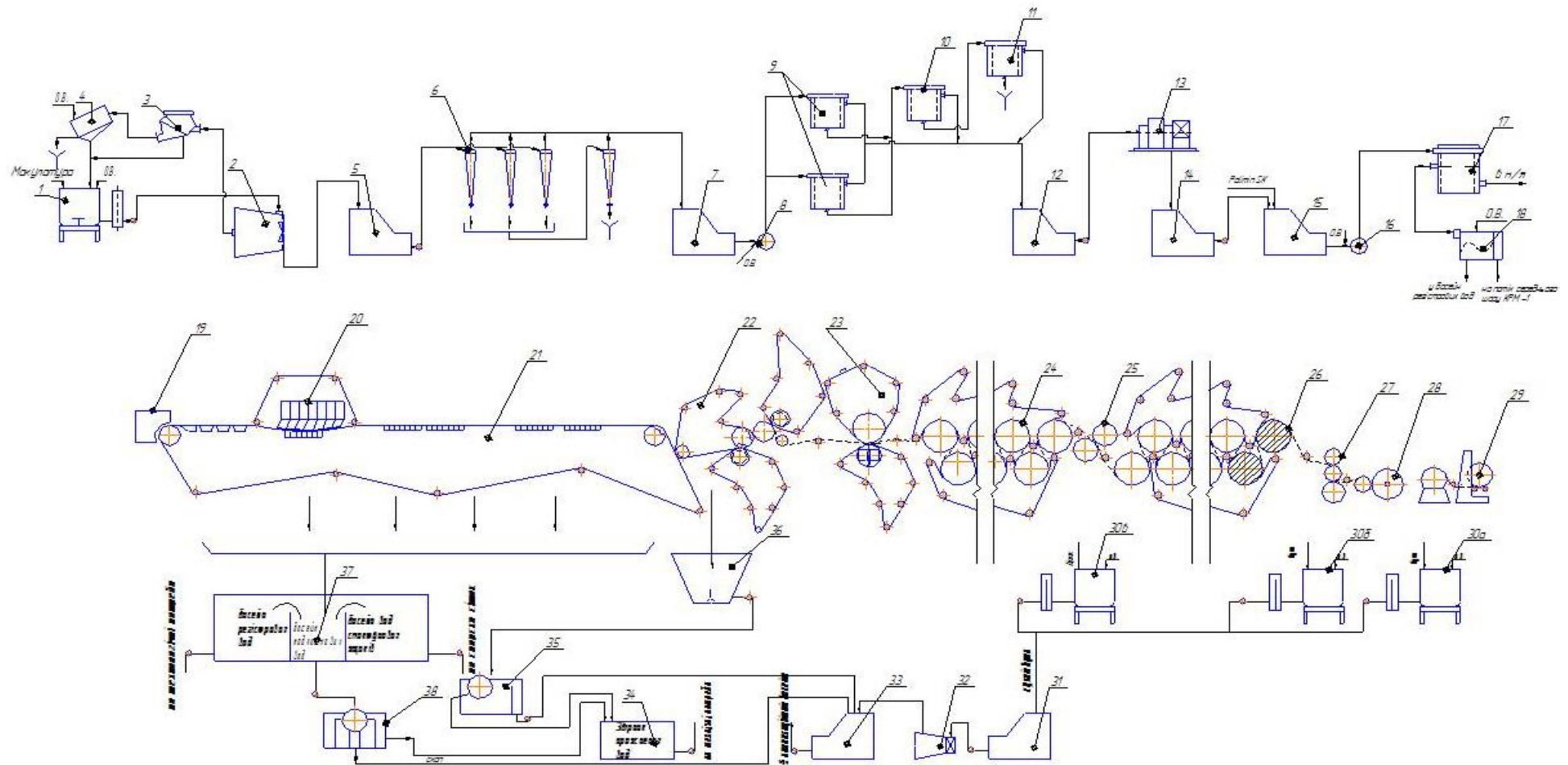


Рисунок 3.1 – Технологічна схема виробництва флотингу: 1- гідророзбивач; 2- вторинний гідрозбивач; 3- розвантажувальний апарат IntensaMaXX ; 4- сортувальний барабан; 5- приймальний басейн; 6- очисник високої концентрації PrimeCLEAN; 7- басейн очищеної маси; 8,16- змішувальний насос; 9,10,11- сортувалки; 12- басейн відсортованої маси; 13- рафінер TWINFLO Prime; 14- акумулюючий басейн; 15- машинний басейн; 17- вузловловлювач закритого типу; 18- вібросортувалка; 19- напірний ящик; 20,21 - формуюча гібридна установка PrimeForm NB; 22,23- прес TRI-NIP; 24,25- сушильна частина; 26- холодильні циліндри; 27- машинний каландр; 28- накат; 29- повздовжньо-різальний верстат; 30а,30б, 30в- гідророзбивач сухого браку; 31- басейн розволокненої маси; 32- пульсаційний млин; 33- басейн браку; 34- збірник освітлених вод; 35- згущувач; 36- гауч-мішалка; 37- басейн оборотних вод;

Видалення відходів зверху вниз дозволяє особливо добре справлятися з важкими забрудненнями: вони ефективно видаляються через регулярні проміжки часу без шкоди для роботи обладнання.

З приймального басейну місткістю 200 м³ маса подається на двохступеневу установку очисників високої концентрації PrimeCLEAN фірми Andritz (6), з високими показниками очищення маси та видалення відходів при концентрації до 3,6 %.

Очищена маса концентрацією 3,6 % поступає у басейн очищеної маси (7) і далі насосом подається на систему триступеневого сортування, що складається з двох установок Combisorter CSM (9) на першому ступені, щілинної сортувалки PrimeSCREEN X фірми Andritz (10) на другому і щілинної сортувалки RADISSCREEN (11) фірми Andritz на третьому ступені. Діаметр щілин сит сортувалок Combisorter CSM становить 2,5 мм, PrimeSCREEN X – 2,0 мм та сортувалки RADISSCREEN – 1,8 мм. Очищена маса після першого ступеня сортування направляється в басейн відсортованої маси (12), а відходи направляються на другий ступінь сортування. Відсортована маса з другого ступеня направляється в басейн відсортованої маси, а відходи направляються на третій ступінь сортування, звідки сортована маса направляється в басейн відсортованої маси, а відходи направляються у відвал. Таким чином, ефективне сортування волокнистої сировини з одночасним очищенням відходів і сортуванням дозволить значно зменшити затрати на подальшу обробку макулатурної маси і знизити втрати волокна при видаленні відходів.

Відсортована маса з басейну надходить на напірний чотирьохдисковий рафінер TWINFLO Prime фірми Andritz (13). Після рафінера маса зі ступенем млива 35 °ШР направляється в акумулюючий басейн (14), звідки в машинний басейн (15). Маса з машинного басейну поступає на вузловловлювач (17) закритого типу, де видаляються легкі забруднення, які від вузловловлювача подаються на вібросортувалку (18). Відокремлене на вібраційній сортувалці

волокно повертається в басейн реєстрових вод, а відходи направляються у відвал. Очищена маса після вузловловлювача, з концентрацією 0,53 % надходить в напірний ящик напускного пристрою (19).

Папероробна машина

ПРМ складається з наступних частин: формувальна, пресова, сушильна частина, каландр і накат. Максимальна робоча швидкість ПРМ – 800 м/хв.

Формувальна частина

Формувальна частина ПРМ складається з плоскіткової формуючої гібридної установки PrimeForm HB (21), що забезпечує якісне формування полотна. Оборотна вода надходить в збірник реєстрової води. Частина води використовується для розбавлення маси в змішувальному насосі; поступає на розпускання макулатури та оборотного браку в гідророзбивачах.

Формування елементарного шару на плоскітковому формувальному пристрої відбувається шляхом виліву маси на плоску сітку, звідки сформоване полотно флютингу передається в пресову частину папероробної машини.

На сітковому столі здійснюється процес формування і зневоднення паперового полотна. Це один з найважливіших етапів виробництва, на якому полотно паперу втрачає велику частину вологи і, досягнувши сухості 18 %, подається в пресову частину.

Пресова частина

Для поліпшення якості та зневоднення паперове полотно подається до пресової частини, тому що, в результаті пресування зростає міцність, щільність і сухість паперу.

Пресова частина включає:

- чотирьохвальний прес з трьома зонами пресування (22);
- прес з розширеною зоною пресування башмачного типу (23).

Паперове полотно, зневоднене у формувальній частині машини до сухості 18 %, поступає в чотирьохвальний прес, де полотно паперу зневоднюється до сухості 35 % після першої зони та 45 % після другої зони пресування. Після

проходження башмачного пресу полотно паперу, маючи сухість 55% подається до сушильної частини.

Сушильна частина машини

Після пресової частини паперове полотно із сухістю 55 % надходить в сушильну частину (24) папероробної машини, де видаляється залишкова волога за рахунок контактного сушіння.

Сушильна частина папероробної машини – двоярусна, циліндрового типу, складається з 93 сушильних і двох холодильних циліндрів діаметром 1500 мм. За приводом сушильна частина складається з 8 груп: I приводна група включає 11 сушильних циліндрів, II - VII приводні групи – по 12 сушильних циліндрів кожна, VIII складається з 10 сушильних і 2 холодильних циліндрів.

Паперове полотно, що рухається, притискається до нагрітої поверхні циліндрів за допомогою сушильних синтетичних сіток, що покращують теплопередачу і запобігають коробленню і скручуванню паперу при сушінні.

Між VI і VII приводними групами встановлений клеїльний прес (25). Флютинг поступає на клеїльний прес при сухості 88 %. Лінійний тиск між валами до 30 кН/м (кгс/см). Спорсками флютинг безперервно зрошується з поверхневого шару крохмальним клеєм, нагрітим до температури 40-60 °С, і проходить через вали. Надлишок клею через воронку подається на вібросито, звідки поступає у бак крохмального клею, а потім насосом подається на спорскові труби.

Після клеїльного пресу флютинг для уникнення утворення зморшок рівномірно розправляється по ширині за допомогою розгінного валу і поступає в досушувальну частину з роздільною пароподачею верхніх і нижніх циліндрів. Роздільна пароподача дозволяє створити різну температуру у верхніх і нижніх циліндрах і тим самим вирівняти вологість поверхневого і нижнього шарів паперу.

Для продування синтетичних сіток передбачені сіткопродувні камери. Найбільший (розрахунковий) робочий тиск пари в сушильних циліндрах $P_{\text{надл.}} = 0,5 \text{ МПа}$ (5 кгс/см^2).

Нерівномірна вологість шарів веде до скручування паперу. У підсушувальній частині флютинг необхідно висушити до потрібної сухості 93 %. Різна вологість зовнішніх шарів може виникнути внаслідок порушення режиму сушіння на досушуванні.

Остаточо флютинг охолоджується на 2-х холодильних циліндрах (26), де зовнішні шари зволожуються на 1-2 % за рахунок вологи, сконденсованої на поверхні циліндрів. Зволоження зовнішніх шарів картону чи паперу сприяє підвищенню його гладкості при каландруванні, оскільки після сушіння флютинг є недостатньо еластичним.

Паперове полотно після сушіння і охолодження, після холодильних циліндрів поступає на машинний каландр (27), а далі на накат (28) КРМ.

Переробка браку

Видалення та переробка мокрого і сухого браку передбачається як вході обривів паперового полотна так і вході безперервній роботі ПРМ.

Мокрий брак під час обриву полотна, а також відсічки з гауч-преса подаються в гауч-мішалку (36). Розпущений брак насосом через згущувач (35) направляється в басейн браку (33).

Сухий брак із сушильної частини, поздовжньо-різального станка направляється в гідророзбивач сухого браку марки ГРВ-05 (30а,30б,30в). Для розпуску браку використовується оборотна вода з збірника освітлених вод (34). Розволокнена маса насосом з гідророзбивача подається басейн розволокненої маси (31). Далі маса насосом перекачується на пульсаційний млин (32), а потім в басейн браку (33), звідки дозується в кількості 20 % в машинний басейн (15).

ВИСНОВКИ

1. Наведено літературний огляд світової практики переробки макулатури, основні операції технологічної схеми переробки макулатури та їх призначення та процеси підготовки макулатурної маси для виготовлення паперу для гофрування.

2. Охарактеризовано інновації до удосконалення технологічного потоку виробництва флютингу, що полягають у:

заміна вузла розпуску поверхневого шару для ефективного видалення тяжких включень, а саме дротів, каменів, піску, скла та ін., а саме встановлення системи очистки відходів гідророзбивача IntensaMaXX;

– встановлення системи грубої очистки паперової маси PrimeCLEAN, використання системи очистки дозволяє скоротити втрати волокна в процесі очищення на 4-8 %;

– заміна дискових млинів на рафінери низької концентрації від ANDRITZ з технологією розмелювання Prime – TWINFLO Prime. Встановлення дискового рафінеру низької концентрації від ANDRITZ з технологією розмелювання Prime – TWINFLO Prime дозволить зменшити енерговитрати розмольно-підготовчого відділу на 4 %, а також це компактна та надійна конструкція проста в технічному обслуговуванні;

– заміна круглосіткової вакуум-формуючої частини картоноробної машини на плоскосіткову гібридну формуючу частину PRIMEFORM HB з напірним ящиком PrimeFlow AT оснащену формуючою дошкою, гідропланками, реєстровими валиками і відсмоктувальними ящиками, що дозволить збільшити продуктивність картоноробної машини;

– заміна пресової частини на чотирьохвальний прес TRI-NIP. Основною перевагою пресової частини з чотирьохвальним пресом TRI-NIP є покращення шляху проходження картонного полотна через пресову частину і скорочення довжини ділянки вільного пробігу. Картон при проходженні через пресову частину знаходиться постійно в контакті з одним з валів і немає необхідності встановлювати в пресовій частині допоміжні провідні валики.

3. Розраховано матеріальний та тепловий баланс виготовлення флютингу відповідно до якого на виготовлення 1 т продукції необхідно 1026,10 кг абсолютно сухої макулатури та 38140,43 кг води. А на сушіння 1 кг флютинга необхідно 1,02 кг/год пари.

4. Наведено заходи з техніки безпеки на виробництві флютингу.

5. Проведено маркетинговий аналіз, розроблено стартап-проект виробництва паперу для гофрування і показана принципова можливість ринкового впровадження та можливих напрямів реалізації стартап-проекту.