

Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України
Національний технічний університет України
„Київський політехнічний інститут”

Технологія виробництва деревної маси

Методичні вказівки

до практичних занять та самостійної роботи
для студентів напряму підготовки 6.051301 «Хімічна технологія»
спеціальності «Хімічні технології переробки деревини та рослинної
сировини»

Затверджено Методичною радою ІХФ НТУУ «КПІ»

Київ
НТУУ «КПІ»
2012

Технологія виробництва деревної маси: Метод. вказівки до практичних занять та самостійної роботи для студентів напряму підготовки 6.051301 «Хімічна технологія» спец. «Хімічні технології переробки деревини та рослинної сировини» / Уклад.: Л. П. Антоненко, І. М. Дейкун – К.: НТУУ «КПІ», 2012. – 44 с.

*Гриф надано Методичною радою ІХФ НТУУ «КПІ»
(Протокол № 9 від 29.10.2012 р.)*

Н а в ч а л ь н е в и д а н н я

Технологія виробництва деревної маси

Методичні вказівки

до практичних занять та самостійної роботи
для студентів напряму підготовки 6.051301 «Хімічна технологія»
спеціальності «Хімічні технології переробки деревини та рослинної
сировини»

Укладачі: *Антоненко Людмила Петрівна*, канд. хім. наук, доцент
 Дейкун Ірина Михайлівна, канд. техн. наук, доцент

Відповідальний *М. Д. Гомеля*, д-р. техн. наук, проф.
редактор:

Рецензент: *В.М. Марчевський*, канд. техн. наук, проф.

ПЕРЕДМОВА

Одним з реальних шляхів раціонального та економічного використання сировини в целюлозно-паперовій галузі промисловості України є використання у виробництві масових видів паперу та картону якомога більшої кількості напівфабрикатів високого виходу. Саме такими напівфабрикатами і є різні види механічної (деревної) маси.

Виробництво і використання деревної маси в композиції різних видів паперу та картону в більшій кількості, ніж дотепер, замість целюлози, забезпечить як економію деревної сировини, так і зменшить забруднення водойм і повітряного басейну, що для України є дуже актуальним.

Курс «Технологія виробництва деревної маси» започатковує вивчення технології целюлозно-паперового виробництва студентами спеціальності «Хімічна технологія переробки деревини та рослинної сировини».

Практичні заняття з дисципліни «Технологія виробництва деревної маси» мають своєю метою закріпити теоретичні знання з названого предмету, навчитися робити теоретичні розрахунки необхідної кількості деревини для виробництва волокнистих напівфабрикатів високого виходу, а також набути практичних навичок для наступного виконання проектів з дисциплін «Технологія целюлози», «Технологія паперу і картону» та дипломного проектування.

1. ЗАГАЛЬНІ ВКАЗІВКИ

Згідно Освітньо-кваліфікаційної характеристики бакалавра напряму підготовки 6.051301 – хімічна технологія, курс “Технологія виробництва деревної маси” формує відповідну компетенцію, а саме:

- базові знання фундаментальних наук, в обсязі, необхідному для освоєння загально-професійних дисциплін;
 - базові уявлення про принципи, закони хімічної і фазової рівноваги, перебіг процесів та показники властивостей напівфабрикатів високого виходу;
 - знання й застосування на практиці принципів побудови екологічно-чистих виробництв, розуміння соціальних і екологічних наслідків своєї професійної діяльності;
 - здатність використовувати знання, уміння й навички в галузі фундаментальних дисциплін для теоретичного освоєння технології виробництва волокнистих напівфабрикатів високого виходу;
 - креативність, здатність до системного мислення;
 - базові знання в галузі, необхідні для освоєння загально-професійних дисциплін;
 - базові уявлення про основні закономірності розвитку й сучасні досягнення в хімічних технологіях, розуміння значення енергозбереження в сучасній технології;
 - здатність використовувати професійні знання, уміння й навички в галузі природничо-наукових дисциплін, загальної хімічної технології, процесів і апаратів хімічних виробництв для аналізування, оцінювання і проектування технологічних процесів та устаткування;
 - здатність використовувати свій інтелектуальний потенціал для максимально ефективного досягнення інноваційної мети професійної діяльності
- в обсязі, необхідному для вивчення професійних дисциплін та для використання в обраній професії.

Тому метою курсу “Технологія виробництва деревної маси” є професійна підготовка, формування та закріплення у студентів комплексу знань, умінь та навичок, необхідних для управління існуючими технологічними процесами виробництва волокнистих напівфабрикатів високого виходу та удосконалення цих процесів і створення нових ефективніших, екологічно чистих виробництв, які дозволяють раціонально використовувати дефіцитну волокнисту сировину, воду, і хімічні реагенти, трудові та енергетичні ресурси, а також таких, що зменшують забруднення навколишнього середовища різними відходами виробництва.

Згідно з ОПП змістом уміння, що забезпечується, є:

- розрізняти термодинамічні, конструктивні і функціональні властивості сучасних процесів хімічної переробки рослинної сировини;
- вміти використовувати теоретичні положення органічної хімії з метою вирішення типових задач фізико-хімічних процесів технології виробництва деревної маси;
- вміти використовувати теоретичні положення та закони хімії, фізики, термодинаміки, хімічної кінетики, каталізу в умовах лабораторії або виробництва для розрахунку фізико-хімічних даних для технологічного регламенту, або ТЗ, або технічних умов;
- вміти використовувати дані про хімічні властивості деревини, хімічних речовин, основи термодинаміки й кінетики з метою експериментального визначення критеріїв досконалості хіміко-технологічних процесів (вихід волокнистого напівфабрикату високого виходу, селективність процесу, тощо);
- вміти використовувати лабораторне обладнання та вимірювальну апаратуру, типові методи та устаткування, інструкції та довідкові дані, в умовах хімічної лабораторії або виробництва волокнистого напівфабрикату високого виходу виконувати фізико-хімічні випробування продукції, що

виробляється, з метою визначення фізико-хімічних даних для технологічного регламенту, або ТЗ, або технічних умов;

Студент, який закінчив вивчення цієї дисципліни, здатен:

Ї використовуючи лабораторне обладнання та дані про хімічні властивості речовин, основи термодинаміки й кінетики експериментально визначати основні критерії досконалості хіміко-технологічних процесів (ступінь перетворення сировини, вихід продукту, селективність процесу, тощо) в умовах лабораторії для розробки технічного завдання або технічного регламенту.

Ї використовуючи теоретичні положення спеціальних дисциплін, в умовах виробництва або лабораторії скласти матеріальний баланс окремого технологічного процесу, визначити функціональні характеристики технологічного об'єкта для складання та контролю технологічного регламенту;

Ї використовуючи наукові дані про тенденції розвитку технології виробництва напівфабрикатів високого виходу, наукові положення теоретичних основ і спеціальної технології перероблення рослинної сировини, обґрунтувати вибір технічних і технологічних засобів реалізації промислового процесу з перероблення рослинної сировини;

Ї рекомендувати обґрунтовану технологічну схему виробництва;

Ї проаналізувати параметри основного технологічного устаткування для оптимального вибору;

Ї вибрати основне та допоміжне устаткування для реалізації технологічного процесу;

Ї вміти спроектувати технологічну лінію для реалізації технологічного процесу.

Основним методом вивчення цього курсу є:

- слухати лекції;

- готувати необхідний теоретичний матеріал до практичних і лабораторних занять;
- брати участь у практичних заняттях;
- виконати всі лабораторні роботи і захистити їх;
- написати дві модульні контрольні роботи;
- виконати курсову роботу і захистити її;
- самостійно працювати з літературою.

Програма курсу «Технологія виробництва деревної маси» охоплює широке поле питань і передбачає вивчення наступних розділів:

- лісові склади та підготовка деревини;
- виробництво деревної маси з балансів;
- виробництво деревної маси з трісок;
- вибілювання волокнистих напівфабрикатів високого виходу.

Під час вивчення окремих розділів курсу спочатку необхідно засвоїти теоретичні основи технологічного процесу. Потім скласти докладну технологічну схему виробництва, після чого вибрати і розрахувати устаткування. Особливу увагу слід приділити перспективам подальшого вдосконалення технологічних процесів на основі останніх досягнень вітчизняної та закордонної науки і техніки.

2. ПРОГРАМА КУРСУ

2. 1. Лісові склади та підготовка деревини

2.1.1. Деревна маса як напівфабрикат.

Історія виробництва деревної маси та сучасний стан. Деревна маса, як напівфабрикат. Види деревної маси та її властивості. Загальні тенденції розвитку виробництва деревної маси

Література: [1] с. 13...23; [2] с. 5...8; [3] с. 6...16; [4] с. 3...28; [5] с. 4...10.

2.1.2. Сировина для целюлозно- паперового виробництва.

Деревина, як сировина для виробництва напівфабрикатів. Найбільш придатні породи деревини та їх ресурси. Властивості деревини. Хімічний склад хвойної та листяної деревини. Розміри клітин хвойної та листяної деревини. Баланси, їх якість та облік, відходи лісопиляння та деревообробки. Порівняльна техніко-економічна оцінка різних видів деревинної сировини та перспективи їх використання. Використання листяної деревини.

Література: [1] с. 25...54; [4] с. 146...167; [5] с. 10...26.

2.1.3. Доставка та зберігання деревини.

Способи доставки деревини на підприємства ЦПВ. Переваги та недоліки. Способи зберігання деревини на підприємствах ЦПВ.

Література: [1] с. 78...93; [5] с. 19...26.

2.1.4. Лісові склади.

Схеми підготовки деревини для виробництва різних видів напівфабрикатів. Лісові склади. Призначення лісових складів та операції, які виконуються на них. Типи складів. Планування лісових складів з урахуванням різних видів поставок. Технологічні тріски. Обладнання складів купового зберігання

трісок. Біржові механізми: лебідки, штабельні елеватори, лісотаски, крани, купоукладачі.

Література: [1] с. 37...54; [4] с. 95...131; [5] с. 19...26.

2.1.5. Розпилювання балансів.

Мета розпилювання. Розпилювання на багатопильних верстатах. Однодискові пили.

Література: [1] с. 54...57.

2.1.6. Обкорування деревини.

Мета обкорування. Кількість кори. Хімічний склад кори. Сучасні засоби обкорування балансів та їх порівняльна характеристика. Механізми для обкорування: ножові, гідравлічні, ланцюгові, кулачкові, бункерні та барабанні. Характеристика, класифікація та конструкції барабанних кородирок. Використання відходів обкорування. Очистка корувмісних вод.

Література: [5] с. 26...36.

2.1.7. Подрібнення балансів на тріски та їх сортування.

Подрібнення балансів на тріски. Вимоги до трісок. Типи рубальних машин та їх порівняльна характеристика. Мало-ножові та багато-ножові рубальні машини. Чинники, що впливають на якість трісок. Сортування трісок. Плоскі та барабанні сортувалки. Подрібнення крупних трісок на дезінтеграторах. Способи зберігання трісок. Схеми деревно-підготовних відділів. Техніко-економічні показники процесу підготовки деревини.

Література: [1] с. 95...241; [5] с. 36..52; [6] с. 74...88.

2.2. Виробництво деревної маси з балансів

2.2.1. Виробництво дефібрерної деревної маси.

Виробництво дефібрерної деревної маси. Загальна схема технологічного процесу. Теоретичні основи процесу дефібрування. Фактори, що мають вплив на процес дефібрування. Типи дефібрерів, їх улаштування та робота: пресові, шахтні та кільцеві. Дефібрерні камені, правила їх експлуатації. Природні та штучні дефібрерні камені. Кріплення дефібрерного каменя на валу. Насікання каменя.

Література: [4] с. 16...112; [5] с. 52...96.

2.2.2. Сорткування деревної маси.

Основи теорії сорткування деревної маси. Грубе та тонке сорткування. Типи сортувалок. Очищення деревної маси від мінеральних та інших домішок. Згущення та зневоднення деревної маси. Згущувачі. Перероблення відходів грубого та тонкого сорткування - рафінування. Улаштування млинів для розмелювання відходів сорткування. Гарнітура млинів.

Література: [1] с. 172...218; [5] с. 139...184; [7] с. 273...335.

2.2.3. Виробництво дефібрерної деревної маси під тиском.

Теоретичні основи дефібрування під тиском. Технологічна схема та режим виробництва ДМТ. Улаштування пресового дефібрера, який працює під тиском. Виробництво ДМТ – Супер

Література: [2] с. 17...45; [3] с. 49...70, с. 154...177; [5] с. 96...106.

2.3. Виробництво деревної маси з трісок

2.3.1. Виробництво термомеханічної маси.

Виробництво механічної маси. Схема технологічного процесу. Розмелювання трісок на дискових млинах. Суть процесу та його відмінні особливості від

дефібрування на дефібрерному камені. Фактори, які впливають на процес розмелювання. Оптимальні умови розмелювання. Види дискових млинів, їх улаштування та робота. Виробництво термомеханічної маси. Основні технологічні режими пропарювання та розмелювання трісок під тиском та без нього. Вплив основних факторів процесу термомеханічної обробки трісок на властивості деревної маси. Технологічні схеми виробництва термомеханічної маси. Порівняльна характеристика дефібрерної та термомеханічної маси.

Література: [3] с. 41...86; [4] с. 59...133, с.167...193; [5] с. ,107...128.

2.3.2. Виробництво хіміко-термомеханічної маси.

Схема технологічного процесу виробництва ХТММ. Суть різних способів та їх відмінні особливості. Улаштування імпрегнатора.

Література: [3] с. 86...128; [4] с. 59...133, с.167...193; [5] с. 107...133.

2.3.3. Виробництво хіміко-механічної маси.

Схема технологічного процесу виробництва ХММ. Хімічна суть процесу. Техніко-економічні показники виробництва ХТММ / ХММ.

Література: [3] с. 86...128; [4] с. 59...133, с.167...193; [5] с. 107...135.

2.4. Вибілювання волокнистих напівфабрикатів високого виходу

2.4.1. Вибілювання волокнистих напівфабрикатів високого виходу

Вибілювання деревної маси. Схеми неперервного вибілювання гіпохлоритом натрію, пероксидом водню та комбіноване вибілювання

Література: [3] с. 49...70, с. 154...177; [4] с.193...222; [5] с. 185...206.

2.5. Тематика практичних занять

Метою практичних занять є закріплення навчального матеріалу.

На практичні заняття може бути винесена така тематика:

1. Макро-, мікро- і субмікроскопічна будова деревини хвойних і листяних порід.
2. Придатність однорічних рослин та синтетичних і мінеральних волокон для ЦПВ.
3. Хвороби деревини та їх вплив на якість ВНВВ.
4. Удосконалення виробництва дефібрерної деревної маси.
5. Удосконалення виробництва деревної маси з трісок.

3. ВКАЗІВКИ ДО ОКРЕМИХ ТЕМ КУРСУ

3.1. Деревина як сировина для целюлозно-паперової промисловості

Для виробництва волокнистих напівфабрикатів високого виходу як сировину можна використовувати майже всі породи деревини, які ростуть в Україні, однак найбільше використовуються ялина, ялиця, осика і тополя.

В наслідок часткового виснаження ресурсів хвойної деревини, особливо ялини, а також нижчими цінами на листяну деревину, частка останньої в сировинному балансі целюлозно-паперової галузі промисловості щорічно зростає.

Вивчаючи цей розділ студент повинен знати макроскопічну та макроскопічну будову деревини хвойних та листяних порід, оскільки від структури деревини залежать властивості деревної маси.

Крім особливостей хімічного складу й анатомічної будови, у разі перероблення листяної деревини, необхідно враховувати (порівняно з хвойною) наступні особливості: труднощі обкорування, більші витрати

енергії на рубання, підвищену схильність до загнивання, меншу міцність паперового полотна у вологому стані і т. д.

З огляду на це, листяну деревину, зазвичай, переробляють окремим виробничим потоком.

Вивчаючи розділ, варто звернути особливу увагу на використання відходів лісопиляння, лісозаготівель і тонкоміру у виробництві механічної маси з трісок. Використання такої сировини сприяє збереженню ділової деревини та підвищенню виходу реалізованої продукції з одиниці площі вкритої лісом.

3.2. Волокнисті напівфабрикати

До початку 70-х рр. минулого сторіччя всі волокнисті напівфабрикати, які одержують з рослинної сировини, поділяли на 3 класи – деревна маса (ДМ), напівцелюлоза (НЦ) і целюлоза (Ц). В ці 3 класи досить просто вписувалися всі види мас, що вироблялися на той час незалежно від виходу їх з деревини, способу виробництва, напрямку використання.

Останні 15...20 років розвиток нових видів напівфабрикатів йшов з економічних і екологічних причин в напрямку створення мас з високим виходом із деревини. При всьому різноманітті назв напівфабрикатів їх можна розділити на 4 підвиди:

1. Маса одержана механічним розділенням деревини на волокна при атмосферному тиску без попереднього пропарювання та оброблення деревини хімікатами.

(ДДМ – дефібрерна деревна маса Вихід = 95...99 %

РДМ – рафінерна ДМ – розмелювання непропарених трісок при атмосферному тиску)

2. Маси, що виробляються при інтенсивному тепловому обробленні деревини перед розмелюванням або під час його проведення при підвищеному тиску

(ДМТ – дефібрерна маса тиску, $t > 100\text{ }^{\circ}\text{C}$

РДМТ – рафінерна деревна маса тиску – розмелювання при підвищеному тиску

ТРММ – терморафінерна механічна маса, одержана шляхом пропарювання трісок при $t > 100\text{ }^{\circ}\text{C}$ з наступним розмелюванням при атмосферному тиску.

ТММ – термомеханічна маса, одержана із пропарених трісок з наступним розмелюванням під тиском в 1 або 2 ступені, де другий ступінь розмелювання проводиться при атмосферному тиску.

ТММ “Тандем” – розмелювання проводиться при підвищеному тиску на обох ступенях)

Принципово всі вони можуть бути об’єднані одним терміном – ТММ – термомеханічні маси. Вихід = 93...97 %.

3. Маси, одержані шляхом попереднього легкого та нетривалого оброблення трісок хімікатами з наступним розмелюванням під тиском.

ХТММ – хіміко-термомеханічні маси

Вихід = хвойна деревина 90...95 %; листяна деревина 89...90 %.

4. Маси, які виробляються при інтенсивному хімічному обробленні трісок хімікатам і розмелюванням при атмосферному або підвищеному тискові.

ХММ – хіміко-механічна маса, яка виробляється з трісок, просочених хімікатами з наступним короткотерміновим тепловим обробленням і розмелюванням під тиском в 1 або 2 ступені.

СХММ – сульфонована хіміко-механічна маса – розмелювання під атмосферним тиском.

БХММ – бісульфітна ХММ

НВВБС – бісульфітна ХММ надвисокого виходу

ОПКО – ХММ, одержана шляхом оброблення трісок хімікатами під тиском між ступенями розмелювання.

Всі ці маси можна об’єднати терміном ХММ. Вихід = 88...90 %.

Целюлоза – це волокнистий напівфабрикат, одержаний шляхом термохімічного оброблення рослинної сировини з виходом 40...50 %.

Напівцелюлоза – це волокнистий напівфабрикат, одержаний в результаті 2-х процесів – попереднього м'якого хімічного оброблення подрібненої рослинної сировини і наступного механічного розділення її на волокна, що характеризується частковим звільненням від нецелюлозних компонентів. Вихід за різними джерелами коливається від 65 до 90 % (65 – 75 %).

Виходячи з наведених визначень, такі види напівфабрикатів як ТММ, ХТММ, ХММ можна віднести, як до деревної маси, так і до напівцелюлози. Слід вважати, що вихід напівфабрикату з деревини не може служити мотивом визначення його місця в загальній класифікації, а характеризує лише його економічність.

Фракційний склад значно точніше характеризує вид та властивості напівфабрикату. Введення теплової обробки при виробництві ТММ і додатково хімічної обробки при виробництві ХТММ і ХММ різко підвищує частку довгих волокон. У виробництві ТММ це відбувається завдяки зменшенню вмісту середньо-волокнистої фракції. В ХТММ і ХММ в порівнянні з ТММ менша кількість середніх та дрібних волокон. Особливості фракційного складу визначають такі властивості мас, як здатність до зневоднення, міцність, оптичні властивості. Так здатність до зневоднення ТММ, ХТММ, ХММ значно вища, ніж ДМТ і РДМ.

Якщо ТММ і ДМТ поступаються за міцністю будь-яким видам целюлози, то ХТММ з деревини ялини за показниками розривної довжини і опору роздиранню переважає сульфатну целюлозу з деревини осики.

($L_{\text{ХТММ}} = 6200...6800 \text{ м}$; $P_{\text{розд}} = 10...12 \text{ мН м}^2/\text{г}$)

Деревна дефібрерна маса є напівфабрикатом, який не має самостійного значення для виробництва кінцевої продукції. Вона служить «наповнювачем», що економить деревну сировину і надає готовій продукції ряд таких споживчих властивостей як пухлість, жорсткість, непрозорість. ТММ зберігає ряд властивостей деревної маси і перестає виконувати

функцію тільки наповнювача, а набуває як напівфабрикат самостійного значення, наприклад, у виробництві газетного паперу. ХТММ за своїми властивостями ще більше відрізняється від ДДМ. Напрямок її використання значно розширюється. Вона витісняє целюлозу в таких видах продукції, як санітарно-гігієнічний папір, картон для упаковки різних харчових продуктів, високоякісний писальний та друкарський папір, адсорбційний шар комбінованих санітарно-гігієнічних і побутових виробів. ХММ може бути використана в картоні для плоских шарів гофрокартону та папері для гофрування.

Таким чином за сукупністю ознак ХТММ і ХММ повинні бути віднесені до класу напівцелюлози, виходячи з традиційної класифікації напівфабрикатів. В зв'язку з цим прийняли наступне визначення напівфабрикатів високого виходу.

Деревна маса – волокнистий напівфабрикат високого виходу (ВНВВ), отриманий із деревини механічним способом без хімічної дії на сировину. (ДДМ, ДМТ, ТДДМ, РДМ, РДМТ, ТРММ, ТММ).

Напівцелюлоза - ВНВВ, отриманий неглибоким варінням рослинної сировини при різному ступені термохімічної дії з наступним механічним розділенням на волокна (ХТММ, ХММ, НСНЦ).

3.3. Розпилювання балансів

Розпилювання деревини є першою операцією в циклі підготовки сировини до перероблення і здійснюється для одержання потрібних по довжині відрізків балансів для деревно-масного виробництва, а також для обкорування і рубання на тріски. У практиці целюлозно-паперового виробництва для поперечного розпилювання довгоміру використовують багато пилкові верстати з дисковими пилками, які називаються слешерами.

На столі слешера змонтований поперечний ланцюговий конвеєр для подачі довгоміру до пилок. Кількість пилок слешера і відстань між ними вибирається залежно від довжини колод, що розпилюються, і необхідної довжини відрізків балансової деревини, що потім надходять у виробництво.

Для зменшення напруги, що одночасно споживається з мережі, пилки на слешері розташовуються в шаховому порядку, з таким розрахунком, щоб моменти пиляння були зрушені в часі один відносно одного і щоб кожен відрізок розпилювала лише одна пилка.

Діаметр пилок – 1500, 1700, 1800 і 2200 мм підбирається відповідно до діаметра колод, що розпилюються. Кутова швидкість пилок – 760 об/хв., а швидкість подачі колод до пилок – 0,15 м/с.

3.4. Обкорування деревини

Деревину перед переробленням в напівфабрикати очищують від кори і лубу. Товщина шару кори залежить від породи деревини, товщини дерева, умов, в яких воно росло, і змінюється в широких межах (10 ... 15 %). В середньому для звичайної товщини балансових колод сосна містить 12...14 % кори, ялина – 9...10 %, береза – 13...15 %, осика – 14...16 %, модрина – 18...20 %.

Необхідність зняття кори з деревини пояснюється будовою та хімічним складом деревної кори. Кора складається з мертвої коркової тканини і відмерлих клітин пареними, які втратили волокнисту структуру і механічну міцність. Вона містить велику кількість смол, жирів, екстрактивних речовин і барвників, які є причиною забруднення деревної маси. Найпереконливіше ця необхідність демонструється хімічним складом деревини та кори, який наводиться в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Хімічний склад деревини і кори, %

Компоненти	Хвойна деревина	Листяна деревина	Кора
Целюлоза	50	50	10...20
Геміцелюлоза	21	27...28	21...28
Лігнін	27...28	21	27...28
СЖВ	1...2	1...2	35*

* - смоли, жири, воски, дубильні речовини, крохмаль , пектини, суберин.

Задачею обкорування є повне видалення кори і лубу при мінімальних втратах деревини.

Присутність у деревній масі навіть невеликої кількості кори залишає в ній темні плями, які важко видалити під час сортування і знебарвити під час вибілювання. Тому деревина, що призначена для перероблення, піддається попередньому очищенню від кори.

На підприємствах, які переробляють велику кількість деревини на деревну масу, застосовуються наступні способи обкорування: механічний, фрикційний, гідравлічний, хімічний.

Механічний спосіб – ґрунтується на здиранні кори тупим інструментом шляхом зколювання та відриву (ножові, ланцюгові, кулачкові, роторні кородирки).

Фрикційний спосіб – видалення кори тертям балансової деревини одне об друге та об поверхню обкорувальної машини .

Гідравлічний – видалення кори струменем води під високим тиском.

Хімічний спосіб – ґрунтується на послабленні зв'язку деревини з корою, шляхом введення в дерево (під кору) хімікатів.

Критеріями для оцінки ефективності способів обкорування є: продуктивність, якість обкорування, кількість відходів корисної деревини, працезатрати, витрати енергії та води. Зараз практика ще не має способів обкорування, які б задовольняли всім вимогам промисловості. Нині існують такі обкорувальні механізми : ножові, гідравлічні, ланцюгові, кулачкові, бункерні кулачкові (Торне), бункерні ланцюгові, барабанні.

У разі використання ножових окорувальних пристроїв, баланс добре окорюється, однак втрати корисної деревини становлять від 7 до 20 %. Це є основним недоліком цих окорувальних пристроїв.

В кулачкових кородирках зняття кори здійснюється тупим інструментом. Втрати корисної деревини становлять 0,5...1,0 %. Однак мала продуктивність цих машин також обмежує їхнє використання.

В гідравлічних кородирках втрати корисної деревини становлять 1...2 %. Основним недоліком цих кородирок є велика витрата енергії і води, а як наслідок забруднення водоймищ. Ці обставини обмежують використання цих кородирок.

Із усього різноманіття обкорувальних механізмів найбільшого розповсюдження набули кородирні барабани з безладним укладанням балансів. Завдяки груповому обробленню колод, такі барабани забезпечують високу продуктивність, дозволяють виконувати обкорування коротко-мірної сировини довільного діаметру при порівняно невеликих втратах деревини (втрати корисної деревини 1,5...3,0 %). Перевага – на якість обкорування не впливає кривизна і різниця в довжині.

Зменшення необхідного терміну оброблення балансів в барабані досягається шляхом інтенсифікації обкорування. За способом інтенсифікації обкорування кородирні барабани поділяються на 4 типи: мокрого обкорування, напівсухого обкорування, сухого обкорування, комбіновані.

3.5. Виробництво дефібрерної деревної маси

Існуючий спосіб виготовлення ДДМ полягає в стиранні деревини на абразивній поверхні дефібрерного каменя, який швидко обертається, в присутності великої кількості води. Цей процес називається дефібруванням.

Стирання деревини зернистою поверхнею дефібрерного каменя в умовах високої температури і в присутності гарячої води супроводжується помітними хімічними і фізико-хімічними процесами, які призводять до зміни пружно-пластичних властивостей деревного волокна.

Деревина будь-яких порід, як хвойна, так і листяна, при всіх їх структурних і хімічних відмінностях, побудована приблизно однаково і складається з природних кристалічних і аморфних полімерів. Сучасне уявлення про ультраструктуру деревини полягає в тому, що вона складається з волокон: трахеїди (волокна лібриформа), паренхимні клітини, судини, які мають складну багат шарову будову. Процес дефібрування полягає в відокремленні від поверхні балансу волокон, пучків волокон та їх частин. З механічного погляду дефібрування можна розглядати, як процес розщеплення деревної тканини на макроскопічні, мікроскопічні і субмікроскопічні, волокнисті і неволокнисті елементи.

Макроскопічні – це видимі неозброєним оком пучки волокон, сірники, трісочки.

Мікроскопічні – це клітини деревини волокнистого і неволокнистого характеру і частки цих клітин.

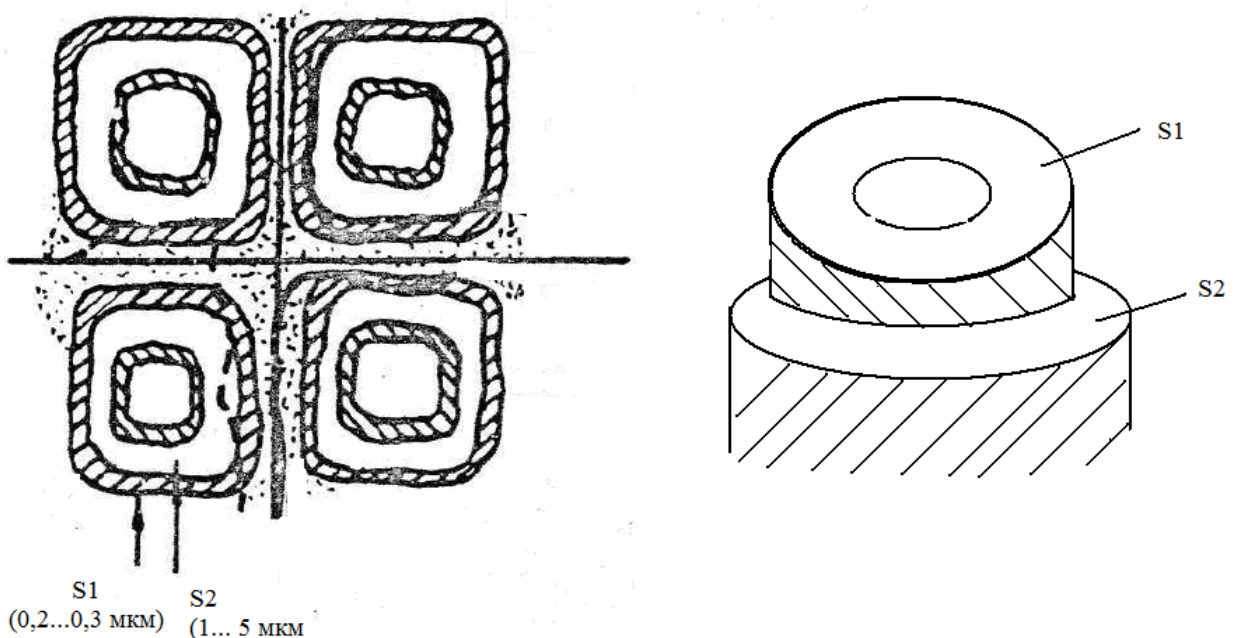
Субмікроскопічні – це міцели та фібрили.

Однак процес одержання ДДМ по суті не є суто механічним процесом, оскільки він супроводжується зниженням жорсткості волокон, збільшенням функціональних груп, зменшенням вмісту геміцелюлоз. Кількість органічних речовин, які переходять в розчин, становить 1,5...2,5 %.

Форма і розміри анатомічних елементів деревини, а також їх мікроскопічна будова вирішально впливають на процес дефібрування. Разом

з тим, деревина це високо еластичний матеріал, який під час навантаження, начеб то “ абсорбує “ теплову енергію. Особливо добре “ абсорбує “ тепло її аморфна частина: лігнін і геміцелюлоза на відміну від кристалічної частини структури деревини – мікрофібрил, які містять целюлозу. Якщо речовині передається достатня енергія, наприклад, за допомогою системи вода – тепло, то структура волокна розм’якшується в тому місці, де більше аморфного матеріалу.

Як відомо лігнін і геміцелюлоза містяться переважно в серединній пластинці, яка зв’язує трахеїди (волокна лібриформу). Крім того, вміст лігніну і геміцелюлози в волокні коливається залежно від шару волокна (шар S_1 і S_2) S_1 – шар тонкий, слабкий і складається з пластинок із змінним кутом фібрил, S_2 – значно товщий, а кут фібрил в пластинах майже не змінюється. Завдяки кристалічній будові шар S_2 міцний і жорсткий. Слід звернути увагу, що в шарах S_1 і S_2 кут фібрил протилежно розміщених поверхонь різний. Це говорить про те, що якщо поверхня одного з волокон



піддається навантаженню, то навантаження в шарі S_2 другого волокна часто перетворюється в силу розкручування (торсійну). Енергія, одержана від навантаження, також переходить в серединну пластинку і в шар S_1 ,

розміщений між нею і шаром S_2 . Однак шар S_1 і поверхня шару S_2 містять геміцелюлозу, а велика кількість лігніну знаходиться в проміжних пластинах між волокнами. Тому під час виробництва ДДМ структура порушується спочатку в точці дотику поверхні волокон.

Значно впливає на процес одержання напівфабрикату температура. При низькій температурі структура волокна найбільше руйнується в шарах S_1 і S_2 . При високій температурі шар S_1 не ушкоджується, а в проміжній перегородці порушуються зв'язки. З підвищенням температури жорсткість структури деревини зменшується і внутрішнє тертя мінімальне при температурі 120...140 °C.

На процес дефібрування впливає, крім властивостей основних компонентів структури деревини, і середовище, в якому відбувається процес дефібрування.

Під час дефібрування баланс подається так, щоб волокна деревини розташовувались в поперечному напрямку відносно обертального руху стираючої поверхні. На поверхні стираючої площини наявні виступи, які створюють в структурі деревини вібраційні поля напружень.

Під час стирання деревини виділяється тепло. Оптимальна температура в зоні між волокном і стираючою поверхнею, яка дорівнює 1 мм, 135...140 °C. Така температура достатня для розм'якшення аморфної частини і відокремлення волокон.

За характером помелу розрізняють жирну і садку (або пісну) деревну масу. Жирна маса містить велику кількість фібрил, роздавлених уздовж волокон з розробленими у вигляді торочок кінцями. Вона погано зневоднюється.

Садка маса складається з нерозроблених волокон, перерізаних впоперек з малою кількістю фібрил. Така маса добре зневоднюється, але погано утворює між волоконні зв'язки.

Для виробництва ДДМ (білої) використовується хвойна мало смолиста балансова деревина – переважно ялина.

Вивчаючи розділ, студенти повинні добре вивчити типи дефібрерів та їх відмінності, знати чинники, які впливають на процес дефібрування та якості деревної маси.

Основними чинниками, які впливають на процес дефібрування є:

1. *Робоча поверхня дефібрерного каменя – зернистість .*

Під зернистістю каменя розуміють середній розмір (діаметр) переважаючої фракції абразивних зерен в мм (0,25...1,5 мм). Камені бувають дрібнозернисті (0,25...0,35 мм), середньозернисті (0,4...0,5 мм) та крупнозернисті (0,6...1,2 мм).

Крупнозернисті камені використовують під час виробництва деревної маси для картону. Велика продуктивність. Середньозернисті у виробці деревної маси для газетного паперу. Дрібнозернисті – для писального, друкарського і тонкого паперу .

2. *Насікання каменя*

Камені з гладкою поверхнею працюють з великою питомою витратою електричної енергії і малою продуктивністю. Отримують тонку, коротковолокнисту, жирну деревну масу для тонких видів паперу.

Грубе насікання каменя збільшує продуктивність дефібрера, але погіршує якість деревної маси.

3. *Питомий тиск*

У разі збільшення питомого тиску деревини на камінь за інших рівних умов, маса набуває грубого характеру : градус млива зменшується, вміст дрібного волокна зменшується, а грубого зростає, зменшується розривна довжина.

4. *Глибина занурення каменя в масу*

Розрізняють три способи дефібрування : безванновий метод, поверхневий дотик і із зануренням каменя у масу.

Із збільшенням глибини занурення – збільшується кількість маси, що рециркулює в зону дефібрування – збільшується жирність маси, але зменшується продуктивність дефібрера.

На практиці глибину занурення каменя вибирають експериментально. Найдосконалішим є метод без занурення.

5. *Концентрація маси в ванні дефібрера*

Вплив концентрації маси в ванні дефібрера на процес дефібрування було з'ясовують дослідним шляхом.

6. *Температура маси в зоні стирання*

На процес дефібрування впливає температура маси в зоні стирання, а не в ванні дефібрера (в ванні температура значно менша).

Підвищення температури в зоні стирання покращує властивості волокна сприяє кращому розробленню (фібриляції) волокнистих фракцій і дріб'язку. Одночасно збільшується гнучкість волокна, звалювання (тобто здатність до утворення паперового листа), покращується механічна міцність продукції з такою масою в композиції.

Підвищення температури в зоні стирання регулюється насіканням каменя, концентрацією маси і глибиною занурення каменя в масу. Температура обігової води на спорсках повинна бути не менше 60 °С.

7. *Довжина шляху стирання*

Із збільшенням довжини шляху стирання питомі витрати енергії і показники якості маси стабілізуються.

8. *Кутова швидкість*

Зі зростанням кутової швидкості від 7 до 15 м/сек. виникає різке зменшення питомих витрат енергії. При швидкості 20 м/сек. питомі витрати енергії стабілізуються. Кількість продукції, що випускається і споживання енергії прямо пропорційні кутовій швидкості.

9. Властивості деревини

При замкнутому циклі обігових вод, вихід абсолютно-сухої дефібрерної деревної маси становить 96 % від маси деревини ялини.

Деревина вимірюється в м^3 , а деревна маса в т, тому на вихід деревної маси великий вплив справляє щільність деревини (об'ємна маса), яка в свою чергу залежить від породи деревини. Нижче наведені щільності різних порід деревини.

Ялиця – $0,33 \text{ г/см}^3$	Сосна – $0,47 \text{ г/см}^3$	Модрина – $0,60 \text{ г/см}^3$
Кедр – $0,34 \text{ г/см}^3$	В'яз – $0,52 \text{ г/см}^3$	Ясен – $0,60 \text{ г/см}^3$
Осика – $0,40 \text{ г/см}^3$	Клен – $0,54 \text{ г/см}^3$	Дуб – $0,69 \text{ г/см}^3$
Липа – $0,45 \text{ г/см}^3$	Береза – $0,59 \text{ г/см}^3$	Бук – $0,72 \text{ г/см}^3$
Ялина – $0,46 \text{ г/см}^3$	Тис – $0,60 \text{ г/см}^3$	

Чим більша щільність деревини тим більший вихід деревної маси. Свіжозрубана, невитримана деревина (вологість $\approx 70\%$), дає під час дефібрування грубе і садке волокно з великим вмістом рафінерної маси. Найпридатніша для виробництва витримана деревина з вологістю 40... 50 %, але не менше 30 %.

Сучкуватість балансів – знижує продуктивність ($\approx$ на 40 %), збільшує витрати енергії, погіршує якість деревної маси, призводить до швидкого затуплення і нерівномірного зносу каменя. Кривизна балансу – зменшує ступінь використання поверхні дефібрерного каменя. Трухлявина (гниль) – збільшує відсоток дріб'язку.

3.6. Сорткування деревної маси

Перед сортуванням і очищенням необхідно усунути латентність ДДМ. Латентність (від латинського потайний) явище пов'язане зі зміною фізичного стану полімерних компонентів деревини. Латентність, або латенсія виникає у разі різкого охолодження ДМ в процесі розбавлення після розмелювання або

дефібрування при цьому відбувається затвердіння волокон, скручених, завитих, скручених у вузли в зоні розмелювання або дефібрування. Латентність виявлена в тій або іншій мірі в усіх волокнистих напівфабрикатах високого виходу. Латентність знижує показники механічної міцності напівфабрикатів. Встановлено, що латентність ДМТ може становити 10...25% .

Для усунення латентності першою операцією є витримування гарячої маси в басейнах при концентрації 2...3 % протягом 0,5...2,0 год. (для ТММ).

Усунення латенсії шляхом перемішування маси при низькій концентрації (1...2 %) і температурі 50...80 °С підвищує ступінь млива напівфабрикату, покращує опір розриву при розтягуванні, міцність у вологому стані і модуль пружності паперу, що містить в композиції ДДМ.

В сучасних установках з виробництва ДДМ нема окремої операції з усунення латенсії, а її усунення здійснюється під час сортування, очищення і перероблення відходів сортування.

Загальними властивостями частинок і волокон, які необхідно відокремити від деревної маси під час сортування і очищення, є висока жорсткість і вкрай низька здатність до створення міжволоконних зв'язків.

До небажаних складників ДДМ належать: великі тріски, скалки, сучки, пісок, жорсткі волокна довговолокнистої фракції, костриця і міні – костриця, пучки волокон, трісочки довжиною до 5 мм. Очищення маси здійснюється як правило в три етапи:

- Грубе сортування (відокремлення великих трісок, скалок, пучків).
- Відокремлення піску і мінеральних включень.
- Тонке сортування (відокремлення жорстких волокон довговолокнистої фракції, костриці, міні-костриці і трісок, які після їх додаткового розмелювання при високій концентрації повертаються в потік сортованої маси, що може значно покращити якість напівфабрикату).

3.7. Виробництво деревної маси тиску

Дослідні роботи з покращення якості ДДМ шляхом підвищення тиску під час дефібрування проводились ще в 50^{ті} роки минулого сторіччя, однак одержані результати не отримали промислового впровадження.

В 1977р. у Фінляндії (фірма *Tampella*) і Швеції (*Mo Do Cell*) були продовжені дослідження з одержання ДДМ при підвищеному тиску (ДМТ). Результати виявились дуже обнадійливими: показники механічної міцності ДМТ були значно вищими, ніж у ДДМ, при збереженні на попередньому рівні оптичних властивостей і тій же питомій витраті енергії (ПВЕ).

Експлуатація цих установок показала легкість і надійність управління дефібрерами, які працюють під тиском.

Одна з основних особливостей технологічної схеми виробництва ДМТ (крім двопресового дефібрера) є наявність згущувача, який дозволяє відокремити гарячу воду і використати її як спорскову в дефібрері, тобто створити так званий “гарячий контур” дефібрера.

Дефібрування деревини відбувається під тиском 2,0...4,5 кгс/см², при температурі спорскової води 70...120 °С, концентрації маси в ванні приблизно 1,5 %. Температура під час дефібрування підтримується нижче температури кипіння води. Це зменшує випаровування води з деревини, яка надходить на дефібрування і позитивно впливає на якість деревної маси.

З ванни дефібрера маса під тиском надходить в подрібнювач трісок – молотковий млин, який працює під тиском. Ця операція необхідна не лише для полегшення відокремлення і перероблення відходів, але і для захисту від засмічення контрольного здувального клапану, через який маса надходить в циклон-сепаратор. Під час проходження через клапан, тиск знижується до атмосферного. Пара, що утворюється при миттєвому закипанні гарячої маси, відокремлюється в циклоні і видаляється на рекуперацію.

Після гідроциклону маса низької концентрації (1,5 %) прямує в напірний згущувач, де при підвищеному тиску від маси відокремлюється гаряча вода. Концентрація маси підвищується до 10...15 %. Гаряча вода повертається на спорски дефібрера.

Після згущення маса розбавляється до концентрації 1 % і надходить на сортування.

Удосконалення технології ДМТ направлене на забезпечення можливості проведення процесу при підвищеній температурі і тиску.

Виявилось можливим при тиску 5 кгс/см^2 і температурі спорскової води 120°C зберегти вологість деревини на поверхні дефібрування і послабити зв'язки між волокнами. Завдяки такому пластифікуючому впливу збільшується вміст довговолокнистої фракції в масі і покращуються показники механічної міцності напівфабрикату. Такий напівфабрикат отримав назву ДМТ – С (супер).

Недолік – дещо знижуються оптичні властивості маси.

Дефібрування деревини під тиском здійснюється на двопресових дефібрерах спеціальної конструкції, розроблених на основі звичайного пресового дефібрера, з тією відмінністю, що він повністю герметичний. Баланс подають через камери вирівнювання тиску, а маса виводиться по трубі. В усьому іншому принцип дії аналогічний.

Збереження постійної насічки на поверхні дефібрерного каменя – одна з основних проблем процесу дефібрування.

У разі використання шарошки важко контролювати структуру поверхні каменя, що істотно впливає на якість напівфабрикату і стабільність його властивостей.

Фірмою *Valmet* розроблена установка “*Water jet*” для насікання поверхні дефібрерного каменя. Оброблення поверхні здійснюється водою, що подається під високим тиском (до 2400 кгс/см^2). Установка витрачає 7 л/хв. свіжої води. Необхідне оброблення поверхні дефібрерного каменя забезпечується протягом 10 хв.

Переваги такої установки: зменшується різниця в ступені млива маси, збільшується продуктивність дефібрера, стабільність якості напівфабрикату, оброблення каменя може здійснюватись під час дефібрування, простота експлуатації.

3.8. Виробництво деревної маси з трісок

Процес виробництва механічної маси з балансів або трісок складається з двох основних операцій: попереднього оброблення деревної сировини і її подальшого механічного перероблення в волокнистий напівфабрикат з визначеними паперотворними властивостями.

Вид і режим попереднього оброблення мають значний вплив на властивості напівфабрикату.

Метою попереднього оброблення є: послаблення міжволокнистих зв'язків; розм'якшення лігніну та переведення його у в'язкопластичний стан; часткове руйнування лігно-вуглеводного комплексу; зниження температури розм'якшення лігніну та надання волокнам гнучкості та пластичності;

Під час одержання ДДМ і ДМТ, тобто механічної маси з балансів, попереднім обробленням є вологонасичення деревної сировини до 30...45 %. Вологість трісок більше 40 % є необхідною умовою одержання РММ.

Вода під час одержання цих напівфабрикатів виконує функцію пластифікатора. Лігно-вуглеводний комплекс в процесі оброблення водою з температурою 60...95 °С зазнає слабкої гідролітичної деструкції і частково пластифікується, але волокна як і раніше зберігають високу жорсткість. Видалення вологи з трісок при стисканні їх на пресфайнері, в процесі одержання РММ, дещо послаблює зв'язки між деревними волокнами. Наслідком такого явища є те, що РММ має більш високі показники механічної міцності порівняно з ДДМ та ДМТ.

Під час одержання ТММ тріски піддаються попередньому обробленню парою при температурі 100...140 °С, тиску 100...300 кПа (1...3 атм) протягом 0,5...3 хв. При температурі вище 140 °С лігнін переходить у в'язкотекучий стан, обкутує волокна, але у разі наступного охолодження лігнін твердіє, утворюючи тверду плівку на поверхні і перешкоджає фібрилюванню волокон під час механічного перероблення деревної сировини. Розділення на волокна, в цьому випадку, під час механічного оброблення трісок проходить при значно меншій ПВЕ, але одержані напівфабрикати мають низькі паперотворні властивості.

Застосування хімічних реагентів перед усім забезпечує зниження температури розм'якшення лігніну і сприяє переведенню його у в'язкопластичний стан, а також послаблює зв'язки між волокнами, що створює передумови для розділення їх без руйнування в процесі подальшого механічного оброблення.

Крім цього, попереднє оброблення трісок хімічними реагентами, надає волокнам гнучкості та пластичності, завдяки руйнуванню зв'язків в серединних пластинках, що дозволить при механічному впливі на деревні волокна здійснювати внутрішню фібриляцію.

Використання хімічних реагентів під час виробництва ХТММ/ХММ забезпечує більший ступінь білості напівфабрикату порівняно з ТММ, завдяки окисненню хромофорних груп.

На відміну від термогідролітичного, хіміко-термогідролітичне оброблення деревної сировини, під час якого відбувається сульфкування лігніну та інші перетворення призводить до незворотної пластифікації лігніну.

Сульфіт натрію (Na_2SO_3) є основним хімічним реагентом, який використовується під час одержання ХТММ/ХММ з деревини хвойних порід. У разі використання деревини листяних порід потрібна інтенсивніше

попереднє оброблення хімічними реагентами, що в свою чергу, призводить до значного зменшення виходу напівфабрикату з деревини і забруднення стічної води. Оброблення проводять або NaOH , або $\text{NaOH} (\text{Na}_2\text{CO}_3)$, а потім Na_2SO_3 при $t = 60 \dots 120 \text{ }^\circ\text{C}$ і вище.

Механічне перероблення деревної сировини під час виробництва усіх видів механічної маси є найважливою технологічною операцією. Загальноприйнято, механічне оброблення деревної сировини при одержанні напівфабрикату на дефібрерах з балансів називати дефібруванням, а виготовлення напівфабрикатів шляхом оброблення трісок на дискових млинах – розмелюванням або рафінуванням.

Швидке збільшення об'єму виробництва механічної маси з трісок забезпечується вдосконаленням основних агрегатів установок ТММ / ХТММ / ХММ – дискових млинів, підвищенням їх продуктивності, надійності роботи та легкості керування.

Постійне вдосконалення процесу розмелювання трісок зумовлене необхідністю підвищення якості напівфабрикатів, або збереженням якості механічної маси з трісок при погіршенні якості деревної сировини, прагненням знизити ПВЕ на розмелювання трісок.

Під час розмелювання на дискових млинах можна забезпечити контроль процесу розмелювання, тобто регулювати ступінь млива шляхом зміни зазору між дисками. Таким чином можна одержувати механічну масу будь-якої раніше заданої якості.

Незважаючи на появу і постійний пошук нових принципів і пристроїв для розмелювання, ножові апарати для розмелювання залишаються дотепер і на найближчу перспективу найуніверсальнішими для механічного оброблення трісок при виробництві ТММ / ХТММ / ХММ.

Принцип виробництва ТММ полягає в термогідролітичному обробленні (пропарюванні) і механічному переробленні (розмелюванні) трісок в дві стадії на дискових млинах.

Виробництво ХТММ є вдосконаленим процесом виробництва ТММ. Основна відмінність установок з виробництва ХТММ від установок з виробництва ТММ полягає у наявності пристрою для оброблення хімічними реагентами (типу імпрегнатор).

Відмінність режиму виробництва ХММ від ХТММ полягає у використанні більшої кількості хімічних реагентів (до 15...20 % від маси а/с вол.), більшої температури (до 130...160 °С), а також більшої тривалості (до 60 і навіть до 120 хв.) хіміко–термогідролітичного оброблення (“ варіння “) деревної сировини.

Інтенсивність хімічного оброблення, одночасно зі зменшенням виходу і підвищенням показників механічної міцності напівфабрикату, погіршує його оптичні властивості і збільшує забрудненість виробничої води.

3.9. Утилізація кори

Маса 1 насипного м³ а/с кори становить 130 кг, а вологістю 60 % – 300...330 кг.

На целюлозно-паперових комбінатах 80 % кори використовується як паливо для забезпечення внутрішніх потреб у тепловій енергії на 4 %.

Теплотворна здатність а/с кори :

Сосна 4825 ккал/кг;

Береза 5483 ккал/кг;

Ялина 4853 ккал/кг;

Вільха 5277 ккал/кг.

Одним з перспективних напрямків використання кори є виробництво паливних брикетів без додавання зв'язувальних речовин. Доведено, що кора листяної деревини (осики) містить протеїн, жир, вуглеводи, клітковину і цілу низку мінеральних складових, необхідних для нормальної життєдіяльності

тварин. Тому, нині осикова кора використовується у раціоні тварин (вміст добавки досягає 30 %).

Іншими напрямками використання кори є:

- Виробництво добрив;
- Виробництво активованого вугілля для очищення стічних вод;
- Виробництво будівельних матеріалів;
- Вирощування грибів;
- Виробництво горщиків для розсади.

3.10. Стічні води та їх очищення

У разі використання мокрого способу обкорування деревини утворюються стічні води, які містять кору. Кора, що виноситься разом з водою, становить 8...16 % від маси повітряно-сухої не обкорованої деревини.

Стічні води після обкорування містять кору, слиз, волокна деревини, грибки та різні мікроорганізми. Ці води мають деревно-скипидарний запах, більше чи менше забарвлені, мають малу прозорість, високу окисність і БСК, обумовлені значним вмістом змулених органічних речовин.

Кора накопичується в зоні скидання стічних вод від кородирних барабанів. Осідаючи на дно у водоймах, кора погіршує якість і склад води, що призводить до порушення кисневого режиму водойми, оскільки на розкладання кори витрачається кисень. Крім того, під час розкладання кори виділяються смолисті речовини, які є отрутою для риб.

Під час виробництва ДДМ, ДМТ, ТММ утворюються стічні води, які забруднені деревним волокном, корою, трісками, а також органічними речовинами, які вилуговуються з деревини в розчин. Якщо ж виробляється ХТММ або ХММ, то води забруднені ще і хімікатами і потребують ретельнішого очищення.

4. ПРИКЛАДИ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ЗАДАЧ

Задача 1.

Визначте скільки складських м^3 обкорованої деревини теоретично необхідно для виробництва 150 т повітряно-сухої дефібрерної деревної маси (білої) вологістю 12 % з виходом 98 % із суміші хвойних порід деревини (ялини – 60 %, $\gamma_{\text{ялини}} = 0,46 \text{ г/см}^3$; ялиці – 40 %, $\gamma_{\text{ялиці}} = 0,33 \text{ г/см}^3$) та опишіть в чому полягає основний технологічний принцип виробництва дефібрерної деревної маси.

Розв'язок

Якщо вологість повітряно-сухої ДДМ 12 %, то

1 т повітряно-сухої (п/с) ДДМ – 0,88 т абсолютно-сухої (а/с) ДДМ

150 т повітряно-сухої ДДМ – x

$$x = 150 \cdot 0,88 = 132 \text{ т а/с ДДМ}$$

Оскільки вихід ДДМ з деревини 98 %, то

1 т деревини – 0,98 т ДДМ

x – 132 т ДДМ

$$x = 132 \cdot 1/0,98 = 134,63 \text{ т деревини, з яких}$$

ялини 60 %, або $134,63 \cdot 0,6 = 80,82 \text{ т}$

ялиці 40 %, або $134,63 \cdot 0,4 = 53,85 \text{ т}$

Визначимо кількість щільних м^3 кожного виду деревини, враховуючи її щільність:

ялина 1 м^3 – 0,46 т

x – 80,82 т $x = 80,82/0,46 = 175,69 \text{ щільн. м}^3$

ялиця 1 м^3 – 0,33 т

x – 53,85 т $x = 53,85/0,33 = 163,19 \text{ щільн. м}^3$

Або в складських м^3 , якщо 1 скл. $\text{м}^3 = 0,7 \text{ щільн. м}^3$

ялина $175,69/0,7 = 250,98 \text{ скл. м}^3$

$$\text{ялиця } 163,19/0,7 = 233,23 \text{ скл. м}^3$$

Виробництво дефібрерної деревної маси полягає в стиранні балансової деревини, притиснутої до абразивної поверхні дефібрерного каменя, який швидко обертається, в присутності великої кількості води.

Задача 2.

Визначте скільки складських м³ обкорованої деревини теоретично необхідно для виробництва 350 т повітряно-сухої термомеханічної маси вологістю 12 % з суміші листяних порід деревини з виходом 96 % (ясен – 50 % $\gamma_{\text{ясена}} = 0,6 \text{ г/см}^3$; в'яз – 50 % $\gamma_{\text{в'яза}} = 0,52 \text{ г/см}^3$) та опишіть в чому полягає основний технологічний принцип виробництва термомеханічної маси.

Розв'язок

Якщо вологість повітряно-сухої ТММ 12 %, то

1 т повітряно-сухої (п/с) ТММ – 0,88 т абсолютно-сухої (а/с) ТММ

350 т повітряно-сухої ТММ – х

$$x = 350 \cdot 0,88 = 308 \text{ т а/с ТММ}$$

Оскільки вихід ТММ з деревини 96 %, то

1 т деревини – 0,96 т ТММ

х – 308 т ТММ

$$x = 308 \cdot 1/0,96 = 320,83 \text{ т деревини, з яких}$$

ясена 50 %, або $320,83 \cdot 0,5 = 160,42 \text{ т}$

в'яза 50 %, або $320,83 \cdot 0,5 = 160,42 \text{ т}$

Визначимо кількість щільних м³ кожного виду деревини враховуючи її щільність:

$$\text{ясен } 1 \text{ м}^3 - 0,6 \text{ т}$$

$$\begin{array}{lcl} x & - & 160,42 \text{ т} \\ \text{в'яз } 1 \text{ м}^3 & - & 0,52 \text{ т} \end{array} \quad x = 160,42/0,6 = 267,36 \text{ щільн. м}^3$$

$$x = 160,42/0,52 = 308,5 \text{ щільн. м}^3$$

Або в складських м³, якщо 1 скл. м³ = 0,7 щільн. м³

$$\text{ясен } 267,36/0,7 = 381,94 \text{ скл. м}^3$$

$$\text{в'яз } 308,5/0,7 = 440,71 \text{ скл. м}^3$$

Принцип виробництва термомеханічної маси полягає в термо-гідролітичному обробленні (пропарюванні) і механічному переробленні (розмелюванні) трісок в дві стадії (зазвичай за підвищеного тиску) на дискових млинах.

Задача 3.

Визначте скільки складських м³ обкорованої деревини теоретично необхідно для виробництва 125 т повітряно-сухої хіміко-термомеханічної маси вологістю 12 % з суміші хвойної (25 %) і листяної (75 %) деревини з виходом 91 % ($\gamma_{\text{берези}} = 0,59 \text{ г/см}^3$; $\gamma_{\text{модрини}} = 0,6 \text{ г/см}^3$) та опишіть в чому полягає основний технологічний принцип виробництва хіміко-термомеханічної маси.

Розв'язок

Якщо вологість повітряно-сухої ХТММ 12 %, то

1 т повітряно-сухої (п/с) ХТММ – 0,88 т абсолютно-сухої (а/с) ХТММ

125 т повітряно-сухої ХТММ – x

$$x = 125 \cdot 0,88 = 110 \text{ т а/с ХТММ}$$

Оскільки вихід ХТММ з деревини 91 %, то

1 т деревини – 0,91 т ХТММ

$$x - 110 \text{ т ХТММ}$$

$$x = 110 \cdot 1/0,91 = 120,88 \text{ т деревини, з яких}$$

$$\text{хвойної } 25 \%, \text{ або } 120,88 \cdot 0,25 = 30,22 \text{ т}$$

$$\text{листяної } 75 \%, \text{ або } 120,88 \cdot 0,75 = 90,66 \text{ т}$$

Визначимо кількість щільних м^3 кожного виду деревини враховуючи її щільність:

$$\text{модрина } 1 \text{ м}^3 - 0,6 \text{ т}$$

$$x - 30,22 \text{ т} \quad x = 30,22/0,6 = 50,37 \text{ щільн. м}^3$$

$$\text{береза } 1 \text{ м}^3 - 0,59 \text{ т}$$

$$x - 90,66 \text{ т} \quad x = 90,66/0,59 = 153,66 \text{ щільн. м}^3$$

$$\text{Або в складських м}^3, \text{ якщо } 1 \text{ скл. м}^3 = 0,7 \text{ щільн. м}^3$$

$$\text{модрина } 50,37/0,7 = 71,95 \text{ скл. м}^3$$

$$\text{береза } 153,66/0,7 = 219,52 \text{ скл. м}^3$$

Принцип виробництва хіміко-термомеханічної маси полягає в хіміко-термогідролітичному обробленні (обробленні трісок хімікатами та наступному пропарюванні) і механічному переробленні (розмелюванні) трісок в дві стадії (зазвичай за підвищеного тиску) на дискових млинах.

Задача 4.

Визначте скільки складських м^3 обкорованої деревини теоретично необхідно для виробництва 200 т повітряно-сухої хіміко-механічної маси вологістю 12 % з суміші хвойної (40 %) і листяної (60 %) деревини з виходом 86 % ($\gamma_{\text{модрини}} = 0,6 \text{ г/см}^3$; $\gamma_{\text{бука}} = 0,72 \text{ г/см}^3$) та опишіть в чому полягає основний технологічний принцип виробництва хіміко-механічної маси.

Розв'язок

Якщо вологість повітряно-сухої ХММ 12 %, то

1 т повітряно-сухої (п/с) ХММ – 0,88 т абсолютно-сухої (а/с) ХММ

200 т повітряно-сухої ХММ – x

$$x = 200 \cdot 0,88 = 176 \text{ т а/с ХММ}$$

Оскільки вихід ХММ з деревини 86 %, то

1 т деревини – 0,86 т ХММ

x – 176 т ХММ

$$x = 176 \cdot 1/0,86 = 204,65 \text{ т деревини, з яких}$$

хвойної 40 %, або $204,65 \cdot 0,4 = 81,86 \text{ т}$

листяної 60 %, або $204,65 \cdot 0,6 = 122,79 \text{ т}$

Визначимо кількість щільних м^3 кожного виду деревини враховуючи її щільність:

модрина 1 м^3 – 0,6 т

x – 81,86 т $x = 81,86/0,6 = 136,43 \text{ щільн. м}^3$

бук 1 м^3 – 0,72 т

x – 122,79 т $x = 122,73/0,72 = 170,54 \text{ щільн. м}^3$

Або в складських м^3 , якщо 1 скл. $\text{м}^3 = 0,7 \text{ щільн. м}^3$

модрина $136,43/0,7 = 194,91 \text{ скл. м}^3$

бук $170,54/0,7 = 243,63 \text{ скл. м}^3$

Принцип виробництва хіміко-механічної маси полягає в хіміко-термогідролітичному обробленні (обробленні трісок хімікатами та наступному пропарюванні) і механічному переробленні (розмелюванні) трісок в дві стадії (за підвищеного тиску або без нього) на дискових млинах. Відрізняється від хіміко-термомеханічної маси більшою витратою хімікатів, більшою температурою та більшим терміном оброблення.

Задача 5.

Визначте скільки складських м^3 обкорованої деревини теоретично необхідно для виробництва 315 т повітряно-сухої деревної маси тиску вологістю 12 % з суміші листяних порід деревини з виходом 94 % (грабу – 45 % $\gamma_{\text{грабу}} = 0,83 \text{ г/см}^3$; берези – 55 % $\gamma_{\text{берези}} = 0,59 \text{ г/см}^3$) та опишіть в чому полягає основний технологічний принцип виробництва деревної маси тиску.

Розв'язок

Якщо вологість повітряно-сухої ДМТ 12 %, то

1 т повітряно-сухої (п/с) ДМТ – 0,88 т абсолютно-сухої (а/с) ДМТ

315 т повітряно-сухої ДМТ – x

$$x = 315 \cdot 0,88 = 277,2 \text{ т а/с ДМТ}$$

Оскільки вихід ДМТ з деревини 94 %, то

1 т деревини – 0,94 т ДМТ

x – 277,2 т ДМТ $x = 277,2 \cdot 1/0,94 = 294,89 \text{ т деревини, з яких}$

грабу 45 %, або $294,89 \cdot 0,45 = 132,70 \text{ т}$

берези 55 %, або $294,89 \cdot 0,55 = 162,19 \text{ т}$

Визначимо кількість щільних м^3 кожного виду деревини враховуючи її щільність:

граб 1 м^3 – 0,83 т

$$x = 132,7 \text{ т} \quad x = 132,7/0,83 = 159,88 \text{ щільн. } \text{м}^3$$

береза 1 м^3 – 0,59 т

$$x = 162,19 \text{ т} \quad x = 162,19/0,59 = 274,90 \text{ щільн. } \text{м}^3$$

Або в складських м^3 , якщо 1 скл. $\text{м}^3 = 0,7$ щільн. м^3

граб $159,88/0,7 = 228,40 \text{ скл. } \text{м}^3$

береза $274,90/0,7 = 392,71 \text{ скл. } \text{м}^3$

Виробництво деревної маси тиску полягає в стиранні балансової деревини в двопресовому герметично закритому дефібрері, який працює під

тиском та в наявності згущувача для відокремлення гарячої води та створення гарячого контуру дефібрера.

Задача 6.

Визначте скільки складських м³ обкорованої деревини теоретично необхідно для виробництва 250 т повітряно-сухої рафінерної механічної маси вологістю 12 % з суміші хвойної (50 %) і листяної (50 %) деревини з виходом 97 % ($\gamma_{\text{ялиці}} = 0,33 \text{ г/см}^3$; $\gamma_{\text{ясена}} = 0,6 \text{ г/см}^3$) та опишіть в чому полягає основний технологічний принцип виробництва рафінерної механічної маси.

Розв'язок

Якщо вологість повітряно-сухої РММ 12 %, то
1 т повітряно-сухої (п/с) РММ — 0,88 т абсолютно-сухої (а/с) РММ
250 т повітряно-сухої РММ — х
$$x = 250 \cdot 0,88 = 220 \text{ т а/с РММ}$$

Оскільки вихід РММ з деревини 97 %, то
1 т деревини — 0,97 т РММ
х — 220 т РММ
$$x = 220 \cdot 1/0,97 = 226,80 \text{ т деревини, з яких}$$

хвойної 50 %, або $226,80 \cdot 0,5 = 113,4 \text{ т}$
листяної 50 %, або $226,80 \cdot 0,5 = 113,4 \text{ т}$

Визначимо кількість щільних м³ кожного виду деревини враховуючи її щільність:

ялиця	1 м ³	—	0,33 т	
	х	—	113,4 т	$x = 113,4/0,33 = 343,64 \text{ щільн. м}^3$
ясен	1 м ³	—	0,6 т	
	х	—	113,4 т	$x = 113,4/0,6 = 189 \text{ щільн. м}^3$

Або в складських м³, якщо 1 скл. м³ = 0,7 щільн. м³

ялиця $343,64/0,7 = 490,92$ скл. м³

ясен $189,00/0,7 = 270$ скл. м³

Принцип виробництва рафінерної механічної маси полягає у вологонасиченні трісок до вологості не менше 30 % і механічному переробленні (розмелюванні) трісок в дві стадії (зазвичай без підвищеного тиску) на дискових млинах.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Н.Н. Непенин Технология целлюлозы. т.1. Производство сульфитной целлюлозы. Гослесбумиздат, 1976. - 624с.
2. С.С. Пузырёв Современная технология механической массы т.1 Дефибрёрная древесная масса полученная под давлением. ТОО “СЭТАР”. 1995. – 70 с.
3. С.С. Пузырёв Современная технология механической массы т.2. Механическая масса из щепы.ТОО “СЭТАР”. 1996.– 236 с.
4. В.Е.Шамко Полуфабрикаты высокого выхода. – М.: Лесн. пром-сть, 1989. – 320 с.
5. Роберт Пен Технология древесной массы. Учебное пособие. – Красноярск: КГТА, 1997. – 220 с.
6. Оборудование целлюлозно-бумажного производства. Т. 1. Оборудование для производства волокнистых полуфабрикатов. / Под ред. В.А.Чичаева. - М.: Лесн. пром-сть. 1981. – 368 с.
7. Д.Г. Веретенник Использование древесной коры в народном хозяйстве. М.: Лесн. пром-сть. 1989. – 120 с.
8. В.А.Кудимов, А.В.Бывшев Технология древесной массы. Учебное пособие. – Красноярск: КГУ, 1991. – 216 с.
9. А.В.Житков, С.М.Мазарский Хранение и подготовка древесного сырья в целлюлозно-бумажной промышленности.М.:Лесн. пром-сть, 1980. – 224с.
10. Методичні вказівки до лабораторних робіт з курсу ”Технологія виробництва деревної маси та комплексна хімічна переробка деревини” / Уклад.: Антоненко Л.П., Барбаш В.А., Дейкун І.М. - К., НТУУ ”КПІ” Київська фабрика технічних паперів, 2003. - 70 с.
11. Технологія виробництва деревної маси: Метод. вказівки до виконання та оформлення курсової роботи для студентів напряму підготовки 6.051301 «Хімічна технологія» спец. «Хімічні технології

- переработки древесины та рослинної сировини» / Уклад.: Л. П. Антоненко, В. Г. Плосконос, І. М. Дейкун – К.: НТУУ «КПІ», 2012. – 108 с.
12. Диагностические признаки древесины и целлюлозных волокон. Петрозаводск.: ЦНИИБ. 1976. – 150 с.
13. Диагностические признаки недревесных растительных и химических волокон / В.Е.Москалёва, З.Е.Брянцева, Е.В.Гончарова и др. – М.: Лесн. пром-сть, 1981. – 120 с.
14. Е.В.Дьякова, В.И.Комаров Технология механической массы. Учебное пособие. – Архангельск: Изд-во Арханнг. Гос.техн. ун-та, 2006. – 203 с.
15. Производство волокнистых полуфабрикатов из лиственной древесины./ Щебров А.И., Мутовина М.Г., Бондарева Т.А., Малышкина В.К. - М.: Лесн. пром-сть, 1984. – 248 с.
16. Б.Е. Вьюков Малоотходная технология подготовки древесного сырья на целлюлозно-бумажных предприятиях.– М.: Лесн. пром-сть 1987. – 264 с.
17. А.А. Гейман. Грузоподъемные и транспортные устройства в ЦБП и лесохимической промышленности. М.: “Лесная промышленность” 1970. – 570 с.

ЗМІСТ

	Стор.
Передмова.....	3
1. Загальні вказівки.....	4
2. Програма курсу.....	9
2.1. Лісові склади та підготовка деревини.....	9
2.2. Виробництво деревної маси з балансів.....	10
2.3. Виробництво деревної маси з трісок.....	10
2.4. Вибілювання напівфабрикатів високого виходу.....	11
2.5. Тематика практичних занять.....	12
3. Вказівки до окремих тем курсу.....	12
3.1. Деревина як сировина для целюлозно-паперової промисловості.....	12
3.2. Волокнисті напівфабрикати.....	13
3.3. Розпилювання балансів.....	16
3.4. Обкорування деревини.....	17
3.5. Виробництво дефібрерної деревної маси.....	20
3.6. Сорткування деревної маси.....	25
3.7. Виробництво деревної маси тиску.....	27
3.8. Виробництво деревної маси з трісок.....	28
3.9. Утилізація кори.....	32
3.10. Стічні води та їх очищення.....	33
4. Приклади розв'язування задач.....	34
Список рекомендованої літератури.....	42