

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

ТЕХНОЛОГІЯ ЦЕЛЮЛОЗИ

Методичні вказівки

до практичних занять та самостійної роботи з дисципліни
«Технологія целюлози» для студентів напряму
підготовки 6.051301 «Хімічна технологія» спеціальність 6.05130110
«Хімічні технології переробки деревини та рослинної сировини»

Затверджено Методичною радою ІХФ НТУУ «КПІ»

Київ
НТУУ «КПІ»
2012

Технологія целюлози: Метод. вказівки до практичних занять та самостійної роботи для студентів напряму підготовки 6.051301 «Хімічна технологія» спеціальність 6.05130110 «Хімічні технології переробки деревини та рослинної сировини» / Уклад.: І. В. Трембус, Р.І. Черьопкіна – К.: НТУУ «КПІ», 2012. – 24 с.

*Гриф надано Методичною радою ІХФ НТУУ «КПІ»
(Протокол № 9 від 24.05.2012 р.)*

Н а в ч а л ь н е в и д а н н я

Технологія целюлози

Методичні вказівки

до практичних занять та самостійної роботи з дисципліни
«Технологія целюлози» для студентів напряму
підготовки 6.051301 «Хімічна технологія» спеціальність 6.05130110
«Хімічні технології переробки деревини та рослинної сировини»

Укладачі:	<i>Трембус Ірина Віталіївна, канд. техн. наук.</i> <i>Черьопкіна Романія Іванівна, канд. техн. наук, доцент</i>
Відповідальний редактор:	<i>М. Д. Гомеля, д-р. техн. наук, проф.</i>
Рецензент:	<i>Л.П. Антоненко, канд. хім. наук, доцент</i>

ПЕРЕДМОВА

Курс «Технологія целюлози» є необхідною складовою підготовки студентів – технологів спеціальності «Хімічні технології переробки деревини та рослинної сировини».

Набуті знання з даної дисципліни допоможуть майбутнім спеціалістам вирішувати актуальні задачі під час роботи за фахом на підприємствах целюлозно-паперової промисловості, а також у суміжних галузях промисловості і науково-дослідницьких організаціях.

В процесі вивчення даної дисципліни студенти повинні оволодіти технічними основами процесів приготування варильних розчинів для різних способів варіння, хімізмом процесів варіння, процесами вибілювання та регенерації хімікатів; принципами дії основного технологічного обладнання; принципами регулювання процесів з метою одержання продуктів із заданими показниками якості.

Курс включає в себе питання, пов'язані з технологічними процесами виробництва целюлози сульфатним і сульфітним способами: приготування варильних розчинів, варіння целюлози, використання і переробки відпрацьованих щолоків, промивання, сортування та сушіння целюлози; з процесами вибілювання і облагородження целюлози.

1. ЗАГАЛЬНІ ВКАЗІВКИ

Згідно Освітньо-кваліфікаційної характеристики бакалавра напряму підготовки 6.051301 «Хімічна технологія» спеціальності 6.05130110 „Хімічні технології переробки деревини та рослинної сировини” формує відповідну компетенцію, а саме:

- здатність використовувати знання, уміння й навички в галузі теорії й практики хімічних досліджень для освоєння теоретичних основ і методів хімічної технології;
- здатність застосовувати основні фізико-хімічні методи аналізу й оцінки стану хіміко-технологічних систем;
- базові уявлення про основи хімічної термодинаміки та закони хімічної кінетики ;
- уміння вести дискусію й викладати основи хімічної технології;
- здатність використовувати знання, уміння й навички в галузі природничо-наукових дисциплін для теоретичного освоєння загально-професійних дисциплін і вирішення практичних завдань хімічної технології в обсязі, необхідному для вивчення професійних дисциплін та для використання в обраній професії.

Тому *метою* вивчення даної дисципліни є професійна підготовка та формування у студентів комплексу знань, умінь та навичок, необхідних для управління існуючими технологічними процесами виробництва целюлози (різних способів одержання) та удосконалення цих процесів і створення нових, більш ефективних, екологічно чистих виробництв, які дозволяють раціонально використовувати дефіцитні волокнисті напівфабрикати, воду, допоміжні хімічні матеріали, трудові ресурси, енергоресурси, а також таких, що зменшують забруднення навколишнього середовища різними відходами виробництва.

Згідно з **ОПП** змістом уміння, що забезпечується, є:

- спираючись на теоретичні положення та дані про хімічні властивості речовин обґрунтовувати вирішення типових задач фізико-хімічних процесів сульфітного та сульфатного варіння: ступінь перетворення сировини, вихід продукту, селективність вихід продукту, селективність процесу для розробки технічного завдання або технологічного регламенту;

- спираючись на відомі технологічні процеси з переробки рослинної сировини навчитись визначати технічні і технологічні засоби реалізації промислових процесів варіння сульфітної та сульфатної целюлози;

- використовуючи типові лабораторне обладнання та вимірювальну апаратуру, типові методи та устаткування, інструкції та довідкові дані, в умовах хімічної лабораторії або хімічного виробництва виконувати фізико-хімічні дослідження відпрацьованих сульфітних розчинів з метою визначення необхідних фізико-хімічних даних для технологічного регламенту або ТЗ, або технічних умов;

- спираючись на отримані практичні навички з аналітичної хімії проводити аналіз сировини, продукції та відпрацьованих речовин хімічними та фізико-хімічними методами в умовах лабораторії або виробництва для складання технологічного регламенту або ТЗ, контролю або регулювання технології.

Студент, який закінчив вивчення цієї дисципліни, здатен:

- Ї використовуючи теоретичні положення загальної хімії та хімії елементів вирішувати типові задачі фізико-хімічних процесів хімічної технології;
- Ї використовуючи теоретичні положення та закони хімії, фізики, термодинаміки, хімічної кінетики, каталізу в умовах лабораторії або виробництва розраховувати склад та об'єм стічних вод для визначення екологічних наслідків здійснення хімічної схеми виробництва базової хімічної продукції;
- Ї використовувати положення загальної хімії та хімії елементів з метою одержання даних для проектування хімічного обладнання;

Ї використовуючи принципи вибору сировини, матеріалів, енергетичних ресурсів з урахуванням підвищених вимог до охорони навколишнього середовища розраховувати найбільш економічний їх склад в умовах підприємства для ефективної діяльності підрозділів виробництва.

Основним методом вивчення цього курсу є:

- слухати лекції і паралельно самостійно працювати з літературою;
- в процесі викладання лекцій практикуються дискусії за вивченим матеріалом;
- до лабораторних занять повинні бути підготовлені протоколи з методиками робіт, включаючи теоретичні питання;
- лабораторні роботи проводять таким чином, що вони носять характер НДРС;
- результати лабораторних робіт узагальнюються у вигляді таблиць, графіків та обговорюються;
- модульні контрольні роботи включають основні теоретичні питання розділів курсу і проводяться по тестовій системі;
- виконати і захистити курсову роботу.

Програма курсу «Технологія целюлози» охоплює широке поле питань і передбачає вивчення наступних розділів:

- способи одержання целюлози;
- варіння сульфатної целюлози;
- варіння целюлози лужним способом;
- регенерація луку та сірки при сульфатному варінні;
- вибілювання та облагородження целюлози.

2. ПРОГРАМА КУРСУ

Технологія сульфїтної целюлози

2.1 Способи одержання целюлози

Сучасний стан та перспективи розвитку виробництва целюлози

Класифікація волокнистих напівфабрикатів по виходу та ступеню делігніфікації. Способи одержання целюлози. Відмінні особливості різної рослинної сировини для одержання целюлози [1] с. 3...34; [2] с. 3...22.

Короткі історичні відомості про виробництво сульфїтної целюлози. Перспективи розвитку. Вимоги до целюлози та показники якості. Види та області застосування целюлози. Загальна схема виробничого процесу. Особливості підготовки деревини [2] с. 5...35.

Приготування сульфїтних варильних розчинів

Приготування сирої сульфїтної кислоти та її склад. Фізико-хімічні властивості сірчистого ангїдриду, сірчистої кислоти та її солей [1] с. 36...47; [2] с. 23...32.

Одержання сірчистого ангїдриду із сірки. Улаштування та робота сірчистих печей. Виплав колчедану. Типи печей, їх улаштування та порівняльна характеристика. Видалення колчеданного огарку [3] с. 151...180; [1] с. 17-58.

Очистка та охолодження газових сумішей. Збір та використання селенового шламу [1] с. 58...72, 85...87; [3] с. 180...196; [2] с. 23...69.

Приготування кислоти на кальцієвій основі. Улаштування та робота кислотної башти. Фактори, які впливають на роботу башти. Приготування сирої кислоти на амонієвій, натрієвій, магнієвій та змішаній основі [1] с. 72...84; [3] с. 197...237; [2] с. 23...66.

Регулювання складу сирої кислоти. Допоміжне обладнання кислотного цеху. Схема кислотних цехів. Питомі витрати матеріалів. Баланс сірки в кислотному відділі [3] с. 233...240.

2.2 Варіння целюлози

Хімізм процесу та основні фактори сульфітного варіння

Теорія процесу сульфітного варіння. Загальна характеристика процесу. Основні реакції сульфітного варіння. Просочування трісок кислотою. Математичний опис процесу просочування трісок. Залежність просочування трісок кислотою від різних факторів. Реакції лігніну та вуглеводів під час сульфітного варіння [1] с. 101...116; [2] с. 81...96. [3] с. 243...272.

Побічні реакції варіння. Явище «чорного варіння». Значення кислотності розчину для варіння в процесі сульфітного варіння. Кінетика варіння. Витрати сірки на хімічні реакції [1] с. 112...116; [3] с. 274...300.

Вплив основних факторів варіння на витрати сірки, на швидкість процесу та якість целюлози. Варіння на розчинних основах, його переваги та особливості [1] с. 116...131; [3] с. 300...336.

Техніка процесу сульфітного варіння. Улаштування котлів для варіння від корозії. Арматура котлів [1] с. 132...149; [2] с. 113...131; [3] с. 341...364.

Наповнення котла трісками та кислотою. Температурні режими варіння. Режими здувки. Випорожнення котла. Способи інтенсифікації процесу варіння: ущільнення трісок, сучасні пристрої для примусової циркуляції щолоку в котлі, варіння з попереднім видаленням повітря з котла, перепуски та відтяжки щолоку. Основні техніко-економічні показники варіння [1] с. 150...166; [2] с. 131...135; [3] с. 364...388.

Регенерація сірчистого ангідриду та тепла. Склад здувок. Принцип регенерації сірки та основи з відпрацьованого щолоку [1] с. 93...98; [3] с. 392...416.

Промивання целюлози

Промивка целюлози. Теорія процесу. Способи промивки: промивка в зцежах та барабанних фільтрах різного типу [1] с. 160...176; [2] с. 136...151.

Промивка целюлози в дифузорах безперервної дії та маточних фільтрах. Основні фактори процесу промивки [1] с. 176...-180; [2] с. 151...156.

Використання відпрацьованих щолоків

Використання відпрацьованого сульфітного щолоку, склад та кількість щолоків. Виробництво етилового спирту, кормових дріжджів та сульфітно-бардяних концентратів. Одержання ваніліну, комплексна переробка відпрацьованих сульфітних щолоків на кальцієвій та розчинних основах [2] с. 546...580; [1] с. 157...179.

Сортування целюлози

Сортування та очистка целюлози. Загальна схема очисного відділу. Сепарування целюлози, грубе та тонке сортування, типи сортувалок та схеми тонкого сортування. Очистка маси від мінеральних домішок. Обезсмолення целюлози [1] с. 205...230; [2] с. 217...244.

Згущення целюлози. Схеми очисних відділів для целюлоз різного призначення. Використання оборотної води. Переробка відходів. Методика складання балансу води і волокна [1] с. 231...234.

Технологія сульфатної целюлози

2.3 Варіння целюлози лужним способом.

Загальні відомості про виробництво сульфатної целюлози

Історія розвитку натронного і сульфатного способів виробництва целюлози. Перспективи розвитку. Асортимент целюлоз. Загальна схема виробництва. Особливості підготовки деревини [3] с. 3...12; 70...74.

Хімізм процесу та основні фактори варіння

Теорія процесу лужного варіння. Склад і характеристика білого щолоку. Загальна картина варіння. Дія лугу на лігнін, геміцелюлози, клітчатку. Конденсація лігніну під час варіння. Утворення побічних продуктів. Хімізм сульфатного варіння, реакція лігніну. Утворення метилсірчистих сполук [3] с. 13...48.

Вплив основних факторів на швидкість варіння, вихід та якість целюлози. Розрахунок процесу варіння за допомогою "Н"-фактору [3] с. 49...70.

Технологія періодичного і безперервного варіння

Техніка періодичного варіння. Улаштування та робота котлів для варіння. Наповнення котла трісками та щолоком. Режимы варіння. Способи випорожнення котла та їх вплив на якість целюлози та техніко-економічні показники. Улаштування видувних резервуарів. Використання тепла пари та газів здувок та видумок. Уловлювання скипидару. Інтенсифікація процесу варіння [3] с. 80...230.

Безперервне варіння. Основні переваги та особливості технології безперервного варіння. Варильні котли безперервної дії типу "Камюр", "Пандія". Їх відмінні особливості [3] с. 80...200.

Особливості способу лужного варіння. Варіння з попереднім просочуванням, полусульфідне варіння, ступінчасті способи. Сульфатне варіння із застосуванням антрахінону та інших каталізаторів інтенсифікації процесу делігніфікації. Варіння із застосуванням кисню [3] с. 203...247.

2.4 Регенерація лугу та сірки при сульфатному варінні.

Випарювання щолоків

Регенерація відпрацьованого розчину для варіння (чорного щолоку). Властивості щолоку і підготовка його до випарювання. Випарювання при безпосередньому контакті між щолоком та димовими газами [3] с. 317...390.

Спалювання щолоків

Спалювання щолоків. Характеристика щолоку як томлива, теорія процесу спалювання. Хімічні реакції, які протікають під час спалювання натронних та сульфатних щолоків. Відновлення сульфату, фактори, які впливають на ступінь відновлення. Склад плаву. Технологічна схема

сучасних содорегенераційних котлоагрегатів. Уловлювання виносу хімікатів під час спалювання щолоків. Використання вторинного тепла [3] с. 390...449.

Каустизація щолоків

Каустизація зеленого щолоку. Склад зеленого щолоку. Теорія процесу каустизації. Фактори, які впливають на рівноважну ступінь та швидкість каустизації. Осадження каустизаційного шламу. Якісні вимоги до вапна для каустизації [3] с. 448...496.

Техніка періодичної та безперервної каустизації. Робота гасителів-класифікаторів, каустизаторів, відстійників типу Дора. Відокремлення шламу на фільтрах типу Емко-Белт та наповнених натронних фільтрах. Автокаустизація [3] с. 509...553.

Побічні продукти сульфат-целюлозного виробництва, їх утилізація. Збір та очистка сульфатного скипидару та мила. Одержання каніфолі, жирних кислот. Одержання та використання лужного лігніну [3] с. 568...576.

2.5 Вибілювання та облагородження целюлози

Основні поняття процесу вибілювання

Вибілювання напівфабрикатів. Реагенти для вибілювання та їх властивості: хлор, гіпохлорити, диоксид хлору, хлорити, пероксид водню, кисень, озон. Приготування розчинів для вибілювання [4] с. 178...194.

Теорія вибілювання та облагороджування целюлози

Теорія вибілювання та облагороджування целюлози. Дія хлору, гіпохлоритів, діоксиду хлору, пероксиду водню та лугу на лігнін та інші компоненти невібіленої целюлози. Киснево-лужне вибілювання, основні реакції, фактори, які впливають на процес вибілювання та облагородження [4] с. 283...374.

Особливості вибілювання сульфатної целюлози, природа речовин, які забарвлюються лужну целюлозу. Особливості вибілювання та

облагороджування сульфатної передгідролізної целюлози. Сучасні схеми та режими багатоступінчастого вибілювання різних целюлоз. Вибілювання витісненням [4] с. 283...374.

Одержання товарної целюлози

Одержання товарної целюлози. Способи обезводнення та сушки целюлози. Улаштування та робота преспату: сіткового столу [1] с. 234...243.

Улаштування пресів та сушильної частини [1] с. 243...254.

Теорія процесу сушіння целюлози. Основні фактори процесу сушки. Вплив режиму сушіння целюлози на її властивості. Розрахунок витрат пари на сушіння [1] с. 255...260.

3. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ ЩОДО САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ

Самостійна робота студентів регламентується Положенням про організацію навчального процесу в вищих навчальних закладах України, затвердженого наказом Міністерства освіти України № 161 від 2 червня 1993 року та Положенням про систему нарахування балів за кредитно-модульною системою.

Положенням про організацію навчального процесу в вищих навчальних закладах України передбачено, що навчальний час, відведений для самостійної роботи студентів визначається робочим навчальним планом і повинен становити не менше 0,5 загального обсягу навчального часу студента, відведеного для вивчення конкретної дисципліни.

Мета самостійної роботи студентів:

- розвиток творчих здібностей та активізація розумової діяльності студентів;
- формування в студентів потреби безперервного самостійного поповнення знань;
- здобуття студентом глибокої системи знань;

- самостійна робота студентів як результат морально-вольових зусиль.

Завдання самостійної роботи студентів:

- навчити студентів самостійно працювати над літературою;
- творчо сприймати навчальний матеріал і його осмислювати;
- набути навички щоденної самостійної роботи в одержанні та узагальненні знань, вмінь.

Зміст самостійної роботи студентів з конкретної дисципліни визначається навчальною програмою дисципліни та робочою навчальною програмою вивчення дисципліни.

На самостійну роботу можуть виноситись:

- підготовка до лекцій;
- частина теоретичного матеріалу, менш складного за змістом;
- виконання індивідуальної роботи.

Самостійна робота над засвоєнням навчального матеріалу з конкретної дисципліни може виконуватись у бібліотеці, навчальних кабінетах, комп'ютерних класах (лабораторіях), а також у домашніх умовах.

Залежно від особливостей дисциплін викладач може видавати студентам різні види завдань самостійної роботи:

- переробка інформації отриманої безпосередньо на обов'язкових навчальних заняттях;
- робота з відповідними підручниками та особистим конспектом лекцій;
- самостійне вивчення окремих тем або питань із розробкою конспекту;
- робота з довідковою літературою;
- написання рефератів, повідомлень;
- творчі завдання (доповіді, проекти, огляди тощо);
- виконання індивідуальних графічних, розрахункових завдань;
- підготовка письмових відповідей на проблемні питання;
- виготовлення наочності;
- складання картотеки літератури за змістом наступної фахової діяльності;

Успішне виконання завдання самостійної роботи можливе за умови наявності у студентів певних навичок: вміння працювати з книгою (складати план, конспект, реферат); проводити аналіз навчального матеріалу (складати різні види таблиць, проводити їх аналіз).

Тематика, що виноситься на самостійну роботу студентів:

- сучасні способи делігніфікації рослинної сировини;
- кругообіг сірки і лугу при сульфатному варінні;
- вплив використання каталізатору на показники якості целюлози;
- модифіковані способи варіння;
- стан та перспективи розвитку волокнистих напівфабрикатів ЦПВ в Україні;
- особливості виробництва целюлози з однорічних рослин;
- технологічна схема сучасного СРК;
- варіння целюлози із застосуванням відновників та окисників целюлози;
- сучасні шляхи використання побічних продуктів сульфатцелюлозного виробництва;
- особливості вибілювання целюлози одержаної із недеревної рослинної сировини.
- зневоднення целюлозного полотна в пресах типу Вента-Ніп.

4. ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ

Метою практичних занять є виконання необхідних розрахунків, які надалі будуть використовуватися для виконання лабораторних робіт.

Основними цілями їх проведення є:

- забезпечення педагогічних умови для поглиблення і закріплення знань студентів з основ курсу, набутих під час лекцій та у процесі вивчення навчальної інформації, що виноситься на самостійне опрацювання;

– спонукання студентів до колективного творчого обговорення найбільш складних питань навчального курсу, активізації їх до самостійного вивчення наукової та методичної літератури, формування у них навичок самоосвіти;

– оволодіння методами аналізу фактів, явищ і проблем, що розглядаються, та формування умінь і навичок до здійснення різних видів майбутньої професійної діяльності.

4.1. Тематика практичних занять

На практичні заняття може бути винесена наступна тематика:

Технологія сульфітної целюлози

Практичне заняття 1. Визначення загального і зв'язаного SO_2 в кислотах приготованих на різних основах.

Практичне заняття 2. Складання схеми приготування кислоти на різноманітних основах.

Практичне заняття 3. Розрахунок витрат сірки та основ для приготування кислоти заданого складу.

Практичне заняття 4. Розрахунок витрат деревних трісок, варильної кислоти, сірки та основи для проведення варіння целюлози.

Практичне заняття 5. Розрахунок виходу целюлози від маси абс. сух. деревини, визначення фактичних витрат хімікатів на варіння по даним відпрацьованих щолоків.

Технологія сульфатної целюлози

Практичне заняття 1. Розрахунок витрат вапна на каустизацію в залежності від складу соди і вапна.

Практичне заняття 2. Розрахунок гідромодуля процесу делігніфікації.

Практичне заняття 3. Розрахунок виходу целюлози від маси абсолютно сухої сировини. Визначення фактичних витрат лугу на варіння та залишкової активності Na_2O в щолоці.

Практичне заняття 4. Розрахунок ступеню делігніфікації целюлози.

Практичне заняття 5. Розрахунок витрат вибілювальних реагентів по ступеням вибілювання.

Практичне заняття 6. Розрахунок необхідної наважки целюлози для проведення розмелювання, визначення ступеня млива.

4.2. Приклади розв'язування типових задач

Задача 1

В процесі одержання 1 тонни сульфітної целюлози витрачається 4,5 м³ варильної кислоти, яка містить: загального SO₂ – 40 г/дм³, зв'язаного SO₂ – 12 г/ дм³, основа натрієва. Визначіть витрату сірки і соди (Na₂CO₃) на 1 т целюлози. (M_{Na₂CO₃} - 106; S – 32; SO₂ – 64; Na₂O – 62).

Розв'язок

Виходячи із заданих даних та молекулярних мас реагентів спочатку знаходимо витрати сірки, необхідні для приготування 4,5 м³ варильної кислоти концентрацією загального SO₂ – 40 г/дм³ та зв'язаного SO₂ – 12 г/ дм³ за пропорцією:

$$S = \frac{4,5 \cdot 40 \cdot 64}{32} = 360 \text{ кг}$$

Визначаємо витрати Na₂CO₃:

$$\text{Na}_2\text{CO}_3 = \frac{12 \cdot 4,5 \cdot 106}{64} = 89,4 \text{ кг}$$

Таким чином витрати сірки (S) будуть становити 360 кг, а витрати Na₂CO₃ - 89,4 кг.

Задача 2

Визначте добову продуктивність (в кг) варильного котла об'ємом 250 м³, якщо вихід сульфітної целюлози з 1 м³ котла становить 87 кг, а повний оборот котла – 10 годин.

Розв'язок

Для визначення добової продуктивності варильного котла використовуємо наступну формулу:

$$Q_{доб.} = \frac{V_{котла} \cdot B_{цел-зи} \cdot 24}{O_{котла}}$$

тоді,

$$Q_{доб.} = \frac{250 \cdot 87 \cdot 24}{10} = 52200 \text{ кг}$$

Таким чином добова продуктивність варильного котла становить 52200 кг.

Задача 3

Після закінчення варіння целюлози в котлі міститься 6 м³ щолоку, в якому вміст розчинених речовин 30 г/л. Після промивання целюлози одержано 8 м³ щолоку з вмістом розчинених речовин 20 г/л. Визначте ступінь промивання целюлози і чинник розведення.

Розв'язок

Визначаємо ступінь промивання целюлози як відношення об'ємів після промивання до промивання:

$$\text{Ступінь промивання} = \frac{8 \cdot 20}{6 \cdot 30} = 0,89$$

Далі визначаємо чинник розведення за різницею об'ємів до розведення та після розведення:

$$\text{Чинник розведення } F = 8 - 6 = 2 \text{ м}^3$$

Таким чином ступінь промивання целюлози становить 0,89, а чинник розведення - 2 м³.

Задача 4

На преспат для зневоднення поступає целюлоза з концентрацією 1 %, а виходить з сухістю 88 %. Розрахуйте скільки води видаляється на 1 т повітряно сухої целюлози (вологість 12 %).

Розв'язок

$$\text{Кільсть води на 1 кг а/с волокна} = \frac{100-C}{C} = \frac{100-1}{1} = 99 \text{ кг води}$$

В 1 т п. с. целюлози міститься 880 кг а. с. волокна та 120 кг води.

Води з волокном поступає $99 \cdot 880 = 87120$ кг

На 1 т целюлози видаляється $87120 - 120 = 87000$ кг води.

Таким чином на 1 т повітряно сухої целюлози видаляється 87000 кг води.

Задача 5

Визначте кількість деревини (в щільних м³), яку необхідно взяти, щоб одержати 1 т повітряно-сухої целюлози вологістю 12 %, якщо щільність деревини в абсолютно-сухому стані становить 450 кг/м³ (з неї одержали целюлозу з виходом 52 % від маси абсолютно-сухої деревини).

Розв'язок

Якщо вихід целюлози з деревини становить 52 % тоді маса абсолютно-сухої (а/с) деревини для одержання 1 т целюлози буде становити:

100 кг а/с деревини – 52 кг а/с целюлози

х а/с деревини – 880 кг а/с целюлози

$$X = \frac{880 \cdot 100}{52} = 1692,3 \text{ кг абсолютно-сухої деревини}$$

Визначимо кількість щільних м³ деревини, враховуючи її щільність:

1 м³ деревини – 450 кг а/с целюлози

х м³ деревини – 1692,3 кг а/с целюлози

$$x = \frac{1692,3 \cdot 1}{450} = 3,76 \text{ м}^3 \text{ деревини}$$

Таким чином необхідно взяти 3,76 м³ деревини для одержання 1 т повітряно-сухої целюлози.

Задача 6

Визначте об'єм целюлозної суспензії і води, який необхідно взяти для встановлення ступеня млива (в ⁰ШР), якщо концентрація целюлозного волокна в масі після розмелювання становить 3,0 %.

Розв'язок

Якщо для визначення ступеня млива розмеленої маси беруть 1000 мл суспензії, що містить 2 г маси в розрахунку на абсолютно сухе волокно, тоді при концентрації целюлозного волокна 3,0 % об'єм целюлозної суспензії становитиме:

100 мл суспензії – 3,0 г волокна

V мл суспензії – 2 г волокна

$$V = \frac{2 \cdot 100}{3,0} = 66,7 \text{ мл целюлозної суспензії}$$

Визначимо об'єм води, який необхідно взяти для розмелювання:

$$V = 1000 - 66,7 = 933,3 \text{ мл}$$

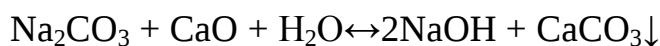
Таким чином об'єм целюлозної суспензії і води становить, відповідно, 66,7 і 933,3 мл.

Задача 7

Визначте кількість вапна (вміст CaO – 85 %), яку необхідно взяти для процесу каустизації 250 м³ щолоку, якщо в зеленому щолоці міститься 120 г/л Na₂CO₃.

Розв'язок

Використовуючи основну реакцію каустизації



визначимо кількість карбонату натрію, яку необхідно взяти для процесу каустизації:

1 м³ щолоку – 120 кг Na₂CO₃

250 м³ щолоку – x кг Na₂CO₃

$$x = 250 \cdot 120 = 30000 \text{ кг Na}_2\text{CO}_3$$

З урахуванням молекулярних мас карбонату натрію і оксиду кальцію, розрахуємо кількість CaO, яку необхідно взяти для процесу каустизації:

$$M_{(\text{Na}_2\text{CO}_3)} = 106,0, M_{(\text{CaO})} = 56,8$$

$$106 \text{ кг Na}_2\text{CO}_3 - 56,8 \text{ кг CaO}$$

$$30000 \text{ кг Na}_2\text{CO}_3 - x \text{ кг CaO}$$

$$X = \frac{30000 \cdot 56,8}{106} = 16075,5 \text{ кг CaO}$$

Враховуючи те, що вміст CaO у вапні становить – 85 %, то кількість вапна, яку необхідно взяти для процесу каустизації буде становити:

$$X = \frac{16075,5 \cdot 100}{85} = 18912 \text{ кг вапна}$$

Таким чином необхідно взяти 18912 кг вапна для процесу каустизації 250 м³ щолоку.

Задача 8

Визначте яку кількість варильного розчину (у мл) з вмістом активного лугу 100 г/л в од. Na₂O необхідно взяти, щоб одержати целюлозу із 250 г трісок вологістю 10 % при витраті лугу 17 % від маси абсолютно-сухої деревини і скільки мл води необхідно додати, щоб варіння проводилося за гідромодуля 5:1.

Розв'язок

Визначимо масу абсолютно-сухих (а/с) трісок, яку необхідно взяти для варіння, якщо їх вологість становить 10 %:

$$\text{Маса а/с трісок} = 250 \cdot 0,9 = 225 \text{ г. а/с трісок,}$$

тоді води в розчині буде:

$$250 - 225 = 25 \text{ мл}$$

Розрахуємо кількість лугу, що необхідна для процесу варіння, з урахуванням її витрати:

$$x = 225 \cdot 0,17 = 38,25 \text{ г}$$

Тепер розрахуємо кількість розчину лугу з вмістом активного лугу 100 г/л, яку необхідно взяти для процесу варіння:

$$1000 \text{ мл} - 100 \text{ г Na}_2\text{O}$$

$$x \text{ мл} - 38,25 \text{ г Na}_2\text{O}$$

$$x = 38,25 \cdot 1000 / 100 = 382,5 \text{ мл розчину лугу}$$

Враховуючи те, що варіння передбачається проводити за гідромодуля 5 : 1 , загальний об'єм варильного розчину буде становити:

$$225 \cdot 5 = 1125 \text{ мл, тоді необхідно взяти води: } 1125 - 382,5 - 25 = 717,5 \text{ мл}$$

Таким чином для варіння необхідно взяти 1125 мл варильного розчину (води відповідно – 717,5 мл).

Задача 9

Визначте ступінь активності і ступінь сульфідності варильного розчину, якщо його склад в од. Na₂O наступний: NaOH – 110 г/л; Na₂S – 30 г/л; Na₂CO₃ – 24 г/л; Na₂SO₄ – 5 г/л.

Розв'язок

Для теоретичного розрахунку ступеня активності і ступеня сульфідності існують наступні формули:

$$\text{Ступінь сульфідності} = \frac{Na_2S}{NaOH + Na_2S}$$

$$\text{Ступінь активності} = \frac{NaOH + Na_2S}{NaOH + Na_2S + Na_2SO_4 + Na_2CO_3}$$

Тоді, згідно умови задачі, доля сульфиду натрію в активному лузі буде становити:

$$\text{Ступінь сульфідності} = \frac{30}{30 + 110} = 0,21$$

Тепер розрахуємо ступінь активності білого щолоку:

$$\text{Ступінь активності} = \frac{110 + 30}{110 + 30 + 24 + 5} = 0,83$$

Таким чином ступінь сульфідності і ступінь активності розчину становлять, відповідно, 0,21 і 0,83.

Задача 10

Визначте ступінь каустизації і ступінь відновлення сульфату варильного розчину, якщо його склад в од. Na_2O наступний: NaOH – 110 г/л; Na_2S – 30 г/л; Na_2CO_3 – 24 г/л; Na_2SO_4 – 5 г/л.

Розв'язок

Для теоретичного розрахунку ступеня каустизації і ступеня відновлення сульфату існують наступні формули:

$$\text{Ступінь каустизації} = \frac{\text{NaOH}}{\text{NaOH} + \text{Na}_2\text{CO}_3}$$

$$\text{Ступінь відновлення сульфату} = \frac{\text{Na}_2\text{S}}{\text{Na}_2\text{S} + \text{Na}_2\text{SO}_4}$$

Тоді, згідно умови задачі, повнота перетворення Na_2CO_3 в NaOH в процесі каустизації буде становити:

$$\text{Ступінь каустизації} = \frac{110}{110 + 24} = 0,82$$

Тепер розрахуємо повноту перетворення Na_2SO_4 в Na_2S в процесі спалювання чорного щолоку в СРК:

$$\text{Ступінь відновлення сульфату} = \frac{30}{30 + 5} = 0,86$$

Таким чином ступінь каустизації і ступінь відновлення сульфату розчину становлять, відповідно, 0,82 і 0,86.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Примаков С. Ф. Производство сульфитной целлюлозы. – М.: Экология, 1993. – 272с.
2. Примаков С.П., Барабаш В.А., Черьопкіна Р.І. Виробництво сульфитної та органосольвентної целюлози. К.: ЭКМО, 2009. – 279 с.
3. Непенин Н. Н. Технология целлюлозы. Производство сульфитной целлюлозы. – М.: Лесная промышленность, 1976. – 624 с.
4. Непенин Ю. Н. Технология целлюлозы. Т.2. производство сульфатной целлюлозы. – М.: Лесная промышленность. 1990. – 600 с.
5. Непенин Н. Н., Непенин Ю. Н. Технология целлюлозы Т.3. Очистка, сушка и отбелка целлюлозы. Прочие способы получения целлюлозы. – М.: Экология, 1994. – 592 с.
6. Лабораторный практикум по целлюлозно-бумажному производству. – М.: Экологія, 1980. – 168 с.
7. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт та контрольних завдань з дисципліни «Технологія целюлози» / Примаков С. Ф., Антоненко Л. П., Барбаш В. А., Черьопкіна Р. І., Дейкун І. М. – К.: КПІ, 2003. – 72 с.
8. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Технологія целюлози» / Уклад. Примаков С. Ф., Черьопкіна Р. І., Барбаш В. А., Антоненко Л. П.– К.: КПІ, 2008.–24 с.
9. Лендшел П., Морван Ш., Химия и технология целлюлозного производства /пер. с нем. – М.: Лесная промышленность, 1978. – 544 с.
10. Никитин В. М. Теоретические основы делигнификации. – М.: Лесн. Пр-сть, 1981. – 296 с.
11. Пазухина Г. А. Ступенчатые методы производства целлюлозы. – М.: Лесн. Пр-сть, 1990. – 216 с.
12. Переработка сульфитного и сульфатного щелоков / Б. Д. Богомолов и др. – М.: Лесн. Пр-сть, 1989. – 360 с.

ЗМІСТ

Передмова.....	3
1. Загальні вказівки.....	4
2. Програма курсу.....	7
2.1. Виробництво деревної маси.....	7
2.2. Технологія виробництва целюлози.....	7
2.3. технологія виробництва паперу і картону.....	10
3. Загальні положення щодо самостійної роботи студентів.....	11
4. Практичні заняття.....	13
4.1. Тематика практичних занять.....	13
4.2. Приклади розв'язування типових задач.....	14
Список літератури.....	24