

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМ. ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
Інженерно-хімічний факультет

ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан інженерно-хімічного факультету
(назва інституту/факультету)

_____ Панов Є.М.
(підпис) (ініціали, прізвище)

« _____ » _____ 2017 р.

_____ Панов Є.М.
(підпис) (ініціали, прізвище)

« _____ » _____ 2018 р.

Технологія целюлози - 2. Технологія сульфатної целюлози

РОБОЧА ПРОГРАМА
кредитного модуля

освітнього ступеня _____ **бакалавра**

напряму підготовки(спеціальність) **6.051301 Хімічна технологія (161**
Хімічні технології та інженерія)

Програми професійного спрямування **Хімічні технології переробки**
(спеціалізація) **деревини та рослинної сировини**

форма навчання _____ **денна** _____

Ухвалено методичною комісією
інженерно-хімічного факультету
(назва інституту/факультету)

Протокол від 18.05.2017 р. № 9

Голова методичної комісії

_____ Д.Е. Сідоров
(підпис) (ініціали, прізвище)

« _____ » _____ 2017 р.

Робоча програма кредитного модуля «Технологія целюлози - 1. Технологія сульфатної целюлози» для студентів, які навчаються за напрямом підготовки (спеціальності) 6.051301 «Хімічна технологія» (161 Хімічні технології та інженерія), освітнього ступеня бакалавр, за денною формою навчання складена відповідно до програми навчальної дисципліни «Технологія целюлози».

Розробники робочої програми:

доцент, к.т.н. Червопкіна Романія Іванівна
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

Програму навчальної дисципліни «Технологія целюлози» складено відповідно до освітньо-професійної програми підготовки бакалаврів напряму підготовки (спеціальності) 6.051301 «Хімічна технологія» (161 Хімічні технології та інженерія).

Програму затверджено на засіданні кафедри екології та технології рослинних полімерів

(повна назва кафедри)

Протокол від «18» травня 2017 року № 10

Завідувач кафедри

(підпис) М.Д. Гомеля
(ініціали, прізвище)

«__» _____ 2017 р.

Протокол від «__» _____ 2018 року № ____

Завідувач кафедри

(підпис) М.Д. Гомеля
(ініціали, прізвище)

«__» _____ 2018 р.

© НТУУ «КПІ», 2017 рік

© НТУУ «КПІ», 2018 рік

1. Опис кредитного модуля

Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Загальні показники	Характеристика кредитного модуля
Галузь знань <u>16 Хімічна та біонженерія</u> (шифр і назва)	Назва дисципліни, до якої належить кредитний модуль <u>«Технологія целюлози»</u>	Форма навчання <u>денна</u> (денна / заочна)
Напрямок підготовки <u>6.051301 Хімічна технологія</u> (шифр і назва)	Кількість кредитів ECTS <u>1,0</u>	Статус кредитного модуля <u>За вибором студентів</u> (нормативний або за вибором ВНЗ/студентів)
Спеціальність 161 Хімічні технології та <u>інженерія</u> (шифр і назва)	Кількість розділів <u>5</u>	Цикл, до якого належить кредитний модуль <u>професійної підготовки</u>
Спеціалізація Хімічні технології переробки деревини та <u>рослинної сировини</u> (назва)	Індивідуальне завдання <u>курсowa робота</u> (вид)	Рік підготовки <u>3</u>
		Семестр <u>6</u>
Освітній ступінь <u>бакалавр</u>	Загальна кількість годин <u>30</u>	Лекції <u>0 год.</u>
		Практичні (семінарські) <u>0 год.</u>
		Лабораторні (комп'ютерний практикум) <u>0 год.</u>
	Тижневих годин: аудиторних – <u>5,0</u> СРС – <u>4,0</u>	Самостійна робота <u>75 год.</u> у тому числі на виконання індивідуального завдання <u>30 год.</u>
		Вид та форма семестрового контролю <u>екзамен письмовий</u> (екзамен / залік / диф. залік; усний / письмовий / тестування тощо)

Робочу програму кредитного модуля «Технологія целюлози - 2. Технологія сульфатної целюлози» складено відповідно до освітнього ступеня підготовки бакалаврів напряму підготовки (спеціальності) 6.051301 «Хімічна технологія» (161 Хімічні технології та інженерія).

Кредитний модуль належить до циклу професійної та практичної підготовки.

Предмет кредитного модуля – процеси отримання целюлози лужними способами, характеристика волокнистих напівфабрикатів та їх використання, регенерація відпрацьованих щолоків, вибілювання целюлози, створення екологічно безпечних технологій виробництва целюлози.

Міждисциплінарні зв'язки: навчальній дисципліні «Технологія целюлози» передують навчальні дисципліни, такі як: «Хімія деревини та синтетичних полімерів», «Технологія виробництва деревної маси», «Комплексне хімічне перероблення деревини». Навчальна дисципліна «Технологія целюлози» забезпечує дисципліни «Технологія паперу та картону», «Хімічне перероблення недеревної сировини», «Технологія рослинних композиційних матеріалів», «Спеціальні методи досліджень продуктів переробки рослинної сировини», «Технологія обробки та переробки паперу та картону», «Технологія гідролізного виробництва», «Інноваційні технології рослинного ресурсозбереження», «Особливості виробництва спеціальних видів паперу».

2. Мета та завдання кредитного модуля

2.1. Мета навчальної дисципліни.

Метою вивчення даного кредитного модуля є професійна підготовка та формування у студентів комплексу знань, умінь та навичок, необхідних для виробництва целюлози лужними способами та удосконалення цих процесів і створення нових, більш ефективних, екологічно чистих виробництв, регенерація щолоків, вибілювання целюлози, раціональне використання дефіцитних волокнистих напівфабрикатів, хімічні реагенти, що зменшують забруднення навколишнього середовища різними відходами виробництва. Відповідно до мети, підготовка бакалаврів вимагає формування наступних здатностей:

- володіння методами опису, класифікації первинних волокнистих напівфабрикатів та способів їх отримання;
- здатність реалізувати технологічні процеси лужних способів одержання целюлози;
- базові уявлення про процеси регенерації хімічних компонентів відпрацьованих розчинів сульфат-целюлозного виробництва;
- здатність реалізувати технологічні процеси вибілювання целюлози;

2.2. Основні завдання кредитного модуля.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти після засвоєння кредитного модуля мають продемонструвати такі результати навчання:

знання:

- способи одержання целюлози
- варіння целюлози лужними способами
- регенерація луку та сірки при сульфатному варінні
- вибілювання та облагородження целюлози

уміння:

- обґрунтувати механізм лужної делігніфікації рослинної сировини
 - скласти (обрати) технологічну схему процесу одержання волокнистих напівфабрикатів натронним або сульфатним способом
 - оцінювати використання типового технологічного обладнання в процесах лужної делігніфікації рослинної сировини
 - розраховувати матеріальний баланс виробництва волокнистих напівфабрикатів
 - готувати та аналізувати натронні і сульфатні варильні розчини
 - одержати волокнисті напівфабрикати натронним і сульфатним способами
 - визначити фізико-хімічні та фізико-механічні показники якості волокнистих напівфабрикатів згідно вимог стандартів
 - скласти (обрати) технологічну схему регенерації відпрацьованих розчинів сульфатного варіння
 - розрахувати рух хімікатів в межах технологічної схеми регенерації компонентів відпрацьованого сульфатного варильного розчину
 - визначати фізико-хімічні показники відпрацьованих розчинів натронного та сульфатного варіння
 - пояснити механізм дії реагентів для вибілювання (хлору, гіпохлоритів, диоксиду хлору, пероксиду водню, озону) на лігнін та інші компоненти технічної целюлози
 - обґрунтувати вибір технологічної схеми вибілювання целюлози для виробництва картонно-паперової продукції та хімічної переробки
 - розраховувати і обирати оптимальні варіанти технологічних матеріальних потоків процесу вибілювання целюлози
 - виконати компонування технологічного потоку вибілювання целюлози
- досвід:**
- одержати волокнисті напівфабрикати натронним і сульфатним способами
 - експериментально одержати зразки етерів та естерів целюлози
 - готувати та аналізувати натронні і сульфатні варильні розчини
 - визначати фізико-хімічні показники відпрацьованих розчинів натронного та сульфатного варіння;
 - готувати і аналізувати розчини для варіння недеревної рослинної сировини різними методами

3. Структура кредитного модуля

	Розподіл за семестрами та видами занять
--	---

Найменування розділів, тем	Всього	Лекції	Лабораторні роботи	Практичні Заняття (контрольні роботи)	СРС
1	2	3	4	5	6
Розділ 1. Отримання целюлози лужними способами					
Тема 1.1. Загальні відомості про виробництво сульфатної целюлози	4	2	-	-	3
Тема 1.2. Хімізм процесу та основні фактори варіння	17	4	8		8
МКР-1	3	-	1		3
Тема 1.3. Технологія періодичного і безперервного варіння	30	8	14		9
Тема 1.4. Регенерація лугу та сірки за сульфатного варіння	28	10	13		9
Розділ 2. Вибілювання целюлози					
Тема 2.1. Вибілювання целюлози	25	6	13		8
МКР-2	3		1		3
Тема 2.2 Одержання товарної целюлози	10	6	2	-	2
Курсова робота	30	-	-	-	
Екзамен	30	-	-	-	30
Всього у семестрі	165	36	36		75

4. Лекційні заняття

Лекційні заняття спрямовані на:

- надання сучасних, цілісних, взаємозалежних знання з дисципліни «Технологія целюлози», рівень яких визначається цільовою установкою до кожної конкретної теми;
- забезпечення в процесі лекції творчої роботи студентів спільно з викладачем;
- виховання у студентів професійно-ділових якостей і розвиток у них самостійного творчого мислення;
- формування у студентів необхідного інтересу та надання напрямку для самостійної роботи;
- визначення на сучасному рівні розвитку науки і техніки в області охорони довкілля, прогнозування їх розвитку на найближчі роки;
- відображення методичної обробки матеріалу (виділення головних думок і положень, підкреслення висновків, повторення їх у різних формулюваннях);
- набуття наочної, поєднання по можливості з демонстрацією аудіовізуальних матеріалів, макетів, моделей і зразків;
- викладання чіткою і ясною мовою, роз'яснення всіх нововведених термінів і понять;
- доступність для сприйняття даною аудиторією.

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
1	<u>Загальні відомості про виробництво сульфатної целюлози</u> Історія розвитку натронного і сульфатного способів виробництва целюлози. Перспективи розвитку. Загальна схема виробництва. Особливості підготовки деревини. Література: [3] с. 3...12; 70...74. Завдання на СРС: Сучасні способи делігніфікації рослинної сировини. Особливості підготовки деревини до лужного варіння.
2	<u>Теорія процесу лужного варіння.</u> Склад і характеристика білого щолоку. Загальний механізм варіння. Хімізм сульфатного варіння, реакції лігніну. Утворення метилсірчистих сполук. Література: [3] с. 13...48. Завдання на СРС: Натронне варіння. Повільне та швидке сульфатне варіння. Кругообіг сірки і лугу в процесі сульфатного варіння.
3	<u>Реакції вуглеводів у процесі лужного варіння.</u> Дія лугу на геміцелюлози, клітковину. Утворення побічних продуктів. Вплив основних факторів на

	швидкість варіння, вихід та якість целюлози. Література: [3] с. 49...70. Завдання на СРС: Механізм лужного варіння. Реакції вуглеводів у процесі лужного варіння. Значення сульфідності розчину.
4	<u>Техніка періодичного варіння.</u> Улаштування та робота котлів для періодичного варіння. Наповнення котла трісками та щолоком. Режими варіння. Способи випорожнення котла та їх вплив на якість целюлози та техніко-економічні показники. Утилізація тепла і продуктів здувань та видувань. Уловлювання скипидару. Інтенсифікація процесу варіння. Література: [3] с. 80...230. Завдання на СРС: Улаштування та робота видувних резервуарів. Модифіковані способи варіння.
5	<u>Сучасні способи періодичного варіння.</u> Варіння целюлози з передгідролізом. Лужне варіння із застосуванням антрахінону та інших каталізаторів інтенсифікації процесу делігніфікації. Полісульфідне варіння целюлози. Література: [1] с. 58...72, 85...87; [3] с. 180...196; [2] с. 23...69. Завдання на СРС: Вплив використання каталізаторів на показники якості сульфатної целюлози.
6	<u>Безперервне варіння.</u> Основні переваги та особливості технології безперервного варіння. Варильні котли безперервної дії типу "Камюр", "Пандія". Їх відмінні особливості. Література: [3] с. 80...200. Завдання на СРС: Теоретичні основи безперервного варіння целюлози. Особливості апаратурного оформлення безперервного варіння целюлози.
7	<u>Регенерація відпрацьованого розчину</u> Регенерація відпрацьованого чорного щолоку. Властивості щолоку і підготовка його до випарювання. Випарювання за безпосереднього контакту між щолоком та димовими газами. Література: [3] с. 317...390. Завдання на СРС: Обладнання, що використовується для випарювання щолоків. Матеріальний баланс процесу періодичного варіння.
8	<u>Спалювання щолоків.</u> Характеристика щолоку як палива, 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 Література: [3] с. 390...449. Завдання на СРС: Технологічна схема сучасного СРК. Використання вторинного тепла.
9	<u>Каустизація зеленого щолоку.</u> Склад зеленого щолоку. Теорія процесу каустизації. Фактори, які впливають на рівноважну ступінь та швидкість каустизації. Осадження каустизаційного шламу. Якісні вимоги до вапна для каустизації. Література: [3] с. 448...496. Завдання на СРС: Матеріальний баланс безперервної системи каустизації.
10	Техніка періодичної та безперервної каустизації. Робота гасителів-класифікаторів, каустизаторів, відстійників типу Дорра. Відокремлення шламу на фільтрах типу Еймко-Белт. Регенерація вапна із шламу після каустизації. Обладнання і робота вапнорегенераційних печей. Література: [3] с. 509...553. Завдання на СРС: Варіння целюлози із застосуванням відновників та окисників целюлози.
11	<u>Автокаустизація чорних щолоків.</u> Кругообіг хімікатів у виробництві целюлози. Кругообіг лугу. Кругообіг сірки. Література: [Моя] с. 185...189. Завдання на СРС: Побічні продукти сульфат-целюлозного виробництва, їх утилізація. Збір та очистка сульфатного скипидару та мила. Одержання каніфолі, жирних кислот. Одержання та використання лужного лігніну.
12	<u>Вибілювання напівфабрикатів.</u> Історія процесу вибілювання. Характеристика основних речовин, які використовуються для вибілювання: хлор, гіпохлорити, диоксид хлору, хлорити, пероксид водню, кисень, озон, пероксокислоти, ферменти. Література: [4] с. 178...194. Завдання на СРС: Сучасні тенденції процесу вибілювання целюлози. Приготування розчинів для вибілювання.
13	<u>Хімізм вибілювання молекулярним хлором.</u> Основні поняття процесу вибілювання. Хімічні втрати і вихід вибіленої целюлози. Застосування сполук хлору. ХЛОРУВАННЯ ЦЕЛЮЛОЗИ. Хімізм вибілювання молекулярним хлором. Фактори процесу хлорування. Лужна обробка целюлози після хлорування. Гіпохлоритне вибілювання. Вибілювання диоксидом хлору. Література: [4] с. 283...374. Завдання на СРС: Схеми вибілювання сульфатної целюлози. Особливості вибілювання целюлози за схемами ECF та TCF.

14	<u>Киснево-лужна обробка.</u> Стабілізація целюлози за КЛО. Апаратне оформлення за КЛО. Місце КЛО в схемах відбілювання целюлози. Екологічні аспекти використання КЛО. Література: [1] с. 160...176; [2] с. 136...151. Завдання на СРС. Обладнання для проведення КЛО. Схеми вибілювання сульфитної целюлози.
15	<u>Вибілювання кисневмісними сполуками.</u> Вибілювання целюлози озоном. Вибілювання целюлози перексидом водню. Вибілювання целюлози киснем. Хелатування, Кислотування. Облагородження целюлози. Література: [1] с. 176...-180; [2] с. 151...156. Завдання на СРС. Характеристика башень для вибілювання.
16	<u>Одержання товарної целюлози.</u> Способи зневоднення та сушіння целюлози. Улаштування та робота преспату: сіткового столу. Література: [1] с. 234...243. Завдання на СРС: Загальна технологічна схема сіткового столу преспату.
17	<u>Теорія процесу сушіння целюлози.</u> Улаштування пресів та сушильної частини. Основні фактори процесу сушіння. Вплив режиму сушіння целюлози на її властивості. Розрахунок витрат пари на сушіння. Література: [1] с. 255...260. Завдання на СРС: Зневоднення целюлозного полотна в пресах типу Вента-Ніп. Використання товарної целюлози.
18	Заклучна

5. Практичні заняття

Практичні заняття у даного кредитного модуля відсутні.

6. Лабораторні заняття

Основні завдання циклу лабораторних занять є закріплення теоретичного матеріалу окремих розділів та опанування конкретних методів аналізу, уміння обґрунтувати суть методу, що використовується. Зміст лабораторних занять і методика їх проведення повинні забезпечувати розвиток практичних навичок організації проведення лабораторної роботи, виконання завдання та аналітичних здібностей щодо отриманих експериментальних результатів.

№ з/п	Назва лабораторної роботи (комп'ютерного практикуму)	Кількість ауд. годин
1	Вступ, інструктаж з техніки безпеки, видача завдань та методичних вказівок. Аналіз розчину соди та вапна	4 год
2	Каустизація розчину соди з різними витратами вапна. Аналіз щолоку після каустизації. Визначення ступеню каустизації.	4 год
3	Аналіз натронного щолоку. Аналіз зеленого щолоку	4 год
4	Аналіз білого сульфатного щолоку. Підготовка до сульфатного варіння	4 год
5	Варіння целюлози сульфатним способом за заданим температурним режимом. Промивання та сортування целюлози.	8 год
6	Визначення коефіцієнта сухості целюлози, виходу целюлози	4 год
7	Визначення ступеня делігніфікації целюлози (за Каппа) та перманганатного числа (за Б'єркмана)	4 год
8	Аналіз відпрацьованого сульфатного щолоку: визначення загального та активного лугу.	4 год
9	Аналіз реагентів для вибілювання целюлози: хлорної води, гіпохлориту, перексиду водню	4 год
10	Вибілювання целюлози за заданим режимом та контроль процесу вибілювання	8 год
11	Визначення ступеня білості целюлози. Захист лабораторних робіт	6 год
	Всього	54

7. Самостійна робота

Самостійна робота студентів займає 50 % часу вивчення курсу, включає також підготовку курсової роботи та підготовку до екзамену. Головне завдання самостійної роботи студентів – це опанування наукових знань в області отримання целюлози, що не ввійшла в перелік лекційних питань, шляхом особистого пошуку інформації, формування активного інтересу до творчого підходу у навчальній роботі та в ході виконання курсової роботи. У процесі самостійної роботи над курсовою роботою в рамках кредитного модуля студент повинен навчитися глибоко аналізувати проблему отримання целюлози, її вибілювання, регенерації відпрацьованих розчинів і, на основі розрахунків, приходити до власних обґрунтованих висновків.

№ з/п	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
Розділ 1. Отримання целюлози лужними способами		
1	Сучасні способи делігніфікації рослинної сировини. Особливості підготовки деревини до лужного варіння. Література: 1, 2, 10, 11, 13 [11-73], 11д, 12д, 13д.	2
2	Натронне варіння. Повільне та швидке сульфатне варіння. Кругообіг сірки і луку в процесі сульфатного варіння. Література: 1, 2, 10, 11, 13 [11-73], 11д, 12д, 13д.	8
3	Механізм лужного варіння. Реакції вуглеводів у процесі лужного варіння. Значення сульфідності розчину. Література: 1, 2, 10, 11, 13 [11-73], 11д, 12д, 13д.	8
4	Улаштування та робота видувних резервуарів. Модифіковані способи варіння. Література: 1, 2, 10, 11, 13 [11-73], 11д, 12д, 13д.	
5	Вплив використання каталізаторів на показники якості сульфатної целюлози. Література: 1, 2, 10, 11, 13 [11-73], 11д, 12д, 13д.	
6	Теоретичні основи безперервного варіння целюлози. Особливості апаратурного оформлення безперервного варіння целюлози. Література: 1, 2, 10, 11, 13 [11-73], 11д, 12д, 13д.	
7	Обладнання, що використовується для випарювання щолоків. Матеріальний баланс процесу періодичного варіння. Література:	
8	Технологічна схема сучасного СРК. Використання вторинного тепла. Література: 1, 2, 10, 11, 13 [11-73], 11д, 12д, 13д.	
9	Матеріальний баланс безперервної системи каустизації. Література:	
10	Варіння целюлози із застосуванням відновників та окисників целюлози. Література: 1, 2, 10, 11, 13 [11-73], 11д, 12д, 13д.	
11	Побічні продукти сульфат-целюлозного виробництва, їх утилізація. Збір та очистка сульфатного скипидару та мила. Одержання каніфолі, жирних кислот. Одержання та використання лужного лігніну. Література: 1, 2, 10, 11, 13 [11-73], 11д, 12д, 13д.	
Розділ 2. Вибілювання целюлози		
12	Сучасні тенденції процесу вибілювання целюлози. Приготування розчинів для вибілювання. Література: 1, 2, 10, 11, 13 [11-73], 11д, 12д, 13д.	8
13	Схеми вибілювання сульфатної целюлози. Особливості вибілювання целюлози за схемами ECF та TCF. Література: 1, 2, 10, 11, 13 [11-73], 11д, 12д, 13д.	
14	Обладнання для проведення КЛО. Схеми вибілювання сульфатної целюлози. Література: 1, 2, 10, 11, 13 [11-73], 11д, 12д, 13д.	
15	Характеристика башень для вибілювання. Література: 1, 2, 10, 11, 13 [11-73], 11д, 12д, 13д.	7
16	Загальна технологічна схема сіткового столу преспату. Література: 1, 2, 10, 11, 13 [11-73], 11д, 12д, 13д.	2
17	Зневоднення целюлозного полотна в пресах типу Вента-Ніп. Використання товарної целюлози. Література: 1, 2, 10, 11, 13 [11-73], 11д, 12д, 13д.	2
18	Заклучна Література: 1, 2, 10, 11, 13 [11-73], 11д, 12д, 13д.	
4	Курсова робота Література: 14.	
5	Контрольні роботи з розділів 1-2	2
6	Екзамен	30
	Всього годин	69

8. Індивідуальні завдання

З метою поглиблення знань студентів з дисципліни, отримання досвіду самостійної роботи в області отримання целюлози, регенерації щолоків, вибілювання целюлози пропонується виконання індивідуального завдання у вигляді курсової роботи. Вимоги до структури, змісту і оформлення курсової роботи наведено в робочій програмі кредитного модуля «Технологія целюлози-2. Технологія сульфатної целюлози» курсової роботи з навчальної дисципліни «Технологія целюлози»

9. Контрольні роботи

Основна мета проведення модульної контрольної роботи це перевірка рівня знань студентів з відповідних тем і засвоєння матеріалу вивченого раніше, виявлення типових помилок у засвоєнні матеріалу.

Передбачено проведення двох модульних контрольних робіт, які проводяться у формі тестів.

МКР – 1 та МКР – 2 розраховані кожна на 1 год. Модульні контрольні роботи, МКР – 1, МКР – 2 складаються з 22 питань кожна. Кожне питання оцінюється в 0,5 бала.

Перелік питань до модульних контрольних робіт додається до робочої навчальної програми (Додаток 2 і 3).

10. Рейтингова система оцінювання результатів навчання¹

За денною формою навчання пропонується впровадження м'якої рейтингової системи оцінки успішності засвоєння студентами навчального матеріалу з кредитного модуля. Рейтинг студента з дисципліни складається з балів, що він отримує за:

- 1) виконання та захист 11 лабораторних робіт;
- 2) виконання модульної контрольної роботи (1 МКР - тривалістю одна академічна година)
- 3) відповідь на екзамені.

Максимальна сума балів стартової складової дорівнює 55. Необхідною умовою допуску до екзамену є зарахування всіх лабораторних занять, написання модульних контрольних робіт і стартовий рейтинг не менше 28 балів.

На екзамені студент виконує письмову відповідь на питання білету. Екзамебнаційний білет містить три теоретичні питання, кожне з яких має ваговий бал – 15. Максимальна кількість балів **15 x 3 = 45 балів**.

Положення про рейтингову систему оцінки успішності студентів з кредитного модуля «Технологія целюлози - 2. Технологія сульфатної целюлози» наведено в додатку В.

11. Методичні рекомендації

Лекційні, лабораторні та практичні заняття проводяться у навчальних групах чисельністю 20-25 студентів.

Кредитний модуль «Технологія целюлози - 1. Технологія сульфатної целюлози» вивчається шляхом аудиторного прослуховування лекцій із застосуванням мультимедійного обладнання, повторення пройденого матеріалу в аудиторні години, детального вивчення пройденого матеріалу в домашніх умовах, уточнення окремих моментів на практичних заняттях, лабораторних роботах, самостійного вивчення окремих тем.

Для забезпечення студентів методичною літературою розроблено курс лекцій, а також видано навчальний посібник для кредитного модуля, рекомендованого Міністерством освіти і науки України [2], розроблено методичні вказівки до виконання курсової роботи [10], методичні вказівки до виконання лабораторних робіт [9], методичні вказівки до виконання самостійної роботи з курсу, рекомендовані Вченою Радою ІХФ.

12. Рекомендована література

12.1. Базова

1. Примаков С.П., Барбаш В.А., Черьопкіна Р.І. Виробництво сульфатної целюлози і вибілювання целюлози. – К.: ЕКМО, 2011. – 290 с.
2. Непенин Ю. Н. Технология целлюлозы. Т.2. Производство сульфатной целлюлозы. – М.: Лесная промышленность, 1990. – 600 с.
- Примаков С.П., Барбаш В.А., Черьопкіна Р.І. Виробництво сульфатної та органосольвентної целюлози. - К.: ЕКМО, 2009. – 279 с.
3. Технология целлюлозно-бумажного производства. Справочные материалы. Том 1(Часть 2). С.- Петербург: Политехника, 2003. – 633 с.; 30 см., ил.; - На обл. автор. не указаны.
4. Непенин Н. Н. Технология целлюлозы. Т.1.Производство сульфитной целлюлозы. – М.: Лесная промышленность, 1976. – 624 с.
5. Непенин Ю. Н. Технология целлюлозы. Т.2. Производство сульфатной целлюлозы. – М.: Лесная промышленность, 1990. – 600 с.
6. Непенин Н. Н., Непенин Ю. Н. Технология целлюлозы Т.3. Очистка, сушка и отбелка целлюлозы. Прочие способы получения целлюлозы. – М.: Экология, 1994. – 592 с.
7. . Примаков С. Ф. Производство сульфитной целлюлозы. – М.: Экология, 1993. – 272 с.
8. Бобров А.И., Мutowина М.Г. Производство бисульфитной целлюлозы. – М.: Лесн. Пром-сть, 1979. – 192 с.
9. Лабораторный практикум по целлюлозно-бумажному производству. – М.: Экология, 1980. – 168с.
10. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт та контрольних завдань з дисципліни «Технологія целюлози» / Примаков С. П., Антоненко Л. П., Барбаш В. А., Дейкун І. М., Черьопкіна Р. І. – К.: КПІ, 2003. – 72 с.
11. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Технологія целюлози» / Уклад. Примаков С. П., Черьопкіна Р. І., Барбаш В. А., Антоненко Л. П. – К.: КПІ, 2008. – 24 с.
12. Оболенская А.В., Ельницкая З.П., Леонович А.А. Лабораторные работы по химии древесины и целлюлозы. Учебное пособие для вузов. – М.: Экология, 1991. – 320 с.

13. Пен Р.З. Технология целлюлозы. В 2 Т. Подготовка древесины. Производство сульфатной целлюлозы: учебное пособие.- 3-е изд., перераб. – Красноярск: СибГТУ, 2006. Т.1. – 344 с.

Допоміжна

1.Лендшел П., Морвай Ш., Химия и технология целлюлозного производства /пер. с нем. – М.: Лесная промышленность, 1978. – 544 с.

2.Никитин В. М. Теоретические основы делигнификации. – М.: Лесн. Пром-сть, 1981. –296 с.

1. Пазухина Г. А. Ступенчатые методы производства целлюлозы. – М.: Лесн. Пром-сть, 1990. – 216 с.

3.Переработка сульфитного и сульфатного щелоков / Б. Д. Богомолов и др. – М.: Лесн. Пром-сть, 1989. – 360 с.

4. Галеева Н.А. Производство полуцеллюлозы и целлюлозы высокого выхода. – М.: Лесн. Пром-сть, 1970. – 320 с.

5.Соколова М.Л., Овдейчук В.П., Самсон М.Н. Учебное пособие по курсовому и дипломному проектированию технологических процессов целлюлозно-бумажного производства. Учебное пособие для техникумов. – М.: Лесн. Пром-сть, 1982. – 160 с.

6. Тумбин П.А. Современные методы обессмоливания целлюлозы. – М.: Лесн. Пром-сть, 1966. – 336 с.

7. Иванов Ю.С. Производство сульфатной целлюлозы. Ч.1. учебное пособие. ГОУВПО СПбГТУРП. – СПб., 2010. – 78 с.

8. Смирнов Р.Е. производство сульфитных волокнистых полуфабрикатов: учебное пособие. ГОУВПО СПбГТУРП. – СПб., 2010. – 146 с.

9. Новикова А.И. Модернизированная сульфатная варка целлюлозы: учебное пособие / ГОУВПО СПбГТУРП. СПб., 2006. – 162 с.:

10. Дёмин, В. А. Химия и технология сульфатных щелоков [Электронный ресурс] : учебное пособие: самост. учеб. электрон. изд. / В. А. Дёмин ; Сыкт. лесн. ин-т. – Электрон. дан. Сыктывкар: СЛИ, 2013. – Режим доступа: <http://lib.sfi.komi.com>. – Загл. с экрана.

11. Кларк Дж. Технология целлюлозы (наука о целлюлозной массе и бумаге, подготовка массы, переработка ее на бумагу, методы испытаний): Пер. с англ. А. В. Оболенской и Г. А. Пазухиной. – М.: Лесная пром - сть, 1983. – 456 с.

13. Інформаційні ресурси

Електронні ресурси з курсу «Технологія целюлози - 1. Технологія сульфатної целюлози», а саме:

- навчальну програму дисципліни,
- робочу навчальну програму кредитного модуля,
- методичні вказівки до виконання курсової роботи,
- методичні вказівки до виконання лабораторних робіт,
- методичні вказівки до виконання самостійної роботи.

розміщено за адресою <http://www.eco-paper.kpi.ua/for-student>, а також у електронному кампусі.

Запитання до МКР-1

1. Основні операції сульфатного варіння.
2. Характеристика основних властивостей сульфатної целюлози.
3. Основні реакції, які відбуваються з лігніном під час лужного варіння.
4. Основні реакції, які відбуваються з вуглеводами під час лужного варіння.
5. Фактори, які впливають на кількість утвореного сульфатного мила за лужного варіння?
6. Побічні реакції сульфатного варіння.
7. Назвіть основні фактори, що впливають на процес делігніфікації, вихід і якість целюлози.
8. Які є способи передгідролізу? Умови їх проведення.
9. Як впливає використання антрахінону на показники якості целюлози, одержаної сульфатним і натронним способами делігніфікації?
10. Техніка звичайного періодичного варіння.
11. Сучасні методи періодичного варіння.
12. Назвіть переваги способу варіння целюлози Super Batch.
13. Назвіть переваги і недоліки безперервного варіння.
14. Назвіть переваги і недоліки варіння целюлози в апаратах шнекового типу «Пандія».
15. Наведіть загальний механізм процесів сульфатного варіння.
16. Дайте характеристику звичайного періодичного варіння.
17. Охарактеризуйте варильний розчин (білий щолок).
18. Що називається активним лугом?
19. Назвіть основні властивості чорного відпрацьованого щолоку.
20. В чому полягає підготовка щолоку до випарювання?
21. Назвіть основні задачі процесу спалювання.
22. Приведіть схему процесів, що відбуваються під час спалювання сульфатного щолоку.

Запитання до МКР-2

1. Назвіть мету проведення процесу каустизації. Основна реакція каустизації.
2. Що таке ступінь каустизації?
3. Які основні фактори впливають на ступінь каустизації?
4. Назвіть основні фактори, що впливають на процес відновлення сульфату натрію в процесі спалювання щолоків.
5. Дайте характеристику складу плаву.
6. Охарактеризуйте зелений щолок.
7. Назвіть основне обладнання, що використовується для проведення каустизації.
8. Що таке автокаустизація?
9. Що відносять до побічних продуктів сульфат-целюлозного виробництва?
10. Назвіть умови вибілювання целюлози диоксидом хлору.
11. Мета вибілювання. Основні реагенти, що використовуються для вибілювання та їх коротка характеристика.
12. Особливості вибілювання целюлози за схемою ECF.
13. Особливості вибілювання целюлози за схемою TCF.
14. Назвіть основні фактори процесу хлорування целюлози.
15. Назвіть особливості вибілювання целюлози призначеної для хімічної переробки.
16. Наведіть реакції вуглеводів, які відбуваються в процесі вибілювання целюлози.
17. Які основні параметри процесу облагородження целюлози?
18. Назвіть переваги киснево-лужної обробки целюлози у порівнянні з традиційними схемами вибілювання.
19. Назвіть умови пероксидного вибілювання за атмосферного тиску.
20. За яких умов проводять лугування целюлози?
21. Назвіть основні фактори, що впливають на швидкість сушіння целюлози.
22. Як змінюється температура і вологість целюлозного полотна в процесі сушіння?

Перелік запитань на екзамен

1. Дайте оцінку стану та перспектив розвитку волокнистих напівфабрикатів ЦПВ в Україні.
2. Дайте характеристику сульфатного способу отримання целюлози. Його переваги та недоліки.
3. Навести основні реакції лігніну в процесі сульфатного варіння.
4. Навести реакції вуглеводів в процесі натронного варіння целюлози.
5. Зробити аналіз основних факторів, що впливають на процес сульфатного варіння.
6. Описати процеси збору та переробки сульфатного мила.
7. Навести температурні режими сульфатного варіння целюлози різного призначення.
8. Охарактеризуйте натронний спосіб отримання целюлози, його переваги та недоліки.
9. Проаналізуйте утилізацію тепла та продуктів газових задувань в процесі сульфатного варіння.
10. Зробіть аналіз утилізації тепла після видудання звареної сульфатної целюлози.
11. Наведіть загальну технологічну схему виробництва целюлози сульфатним способом.
12. Навести технологічну схему процесу варіння целюлози в апаратах типу Камюр.
13. Розкрити особливості отримання целюлози в апаратах типу Пандія. Їх переваги та недоліки.
14. Навести загальну технологічну схему виробництва целюлози натронним способом.
15. Охарактеризувати суть процесу передгідролізу в ході сульфатного варіння. Способи передгідролізу.
16. Охарактеризуйте особливості виробництва целюлози із хвойних та листяних порід дерев.
17. Дайте характеристику складу варильного розчину для сульфатного варіння.
18. Оцініть переваги та недоліки безперервного способу варіння.
19. Описати техніку періодичного сульфатного варіння.
20. Проаналізувати основні операції періодичного сульфатного варіння.
21. Перелічити відмінні особливості властивостей сульфатного та сульфітного варіння.
22. Дати характеристику варіння з антрахіноном та полісульфідного варіння.
23. Розкрийте суть безперервного нормального (повільного) варіння целюлози.
24. Описати загальний механізм процесів варіння.
25. Розкрити властивості відпрацьованих щолоків та підготовку їх до випарювання.
26. Дайте характеристику сульфатного відпрацьованого щолоку.
27. Розкрити етапи підготовки сульфатного відпрацьованого щолоку до випарювання.
28. Проаналізувати кругообіг сірки та лугу в процесі сульфатного варіння.
29. Навести основні фактори, що впливають на процес регенерації лугу в ході сульфатного варіння.
30. Дати характеристику основних процесів, що відбуваються в процесі спалювання відпрацьованих щолоків з СРКА
31. Навести технологічну схему сучасного СРКА.
32. Пояснити суть регенерації вапна із шламу після каустизації.
33. Навести загальну технологічну схему процесу каустизації зеленого щолоку.
34. Дати характеристику способів освітлення сульфатних щолоків після каустизації.
35. Основні фактори, що впливають на процес.
36. Дати оцінку основних факторів процесу каустизації зеленого щолоку.
37. Дати характеристику складу зеленого та білого сульфатного щолоку.
38. Описати основи процесу каустизації зеленого щолоку.
39. Дати характеристику обладнання для регенерації вапна після каустизації.
40. Дати характеристику обладнання для регенерації вапна після каустизації.
41. Перелічіть властивості хлору як реагенту для вибілювання. Його недоліки.
42. Перелічити основні фактори процесу та навести реакції лігніну під час хлорування целюлози.
43. Написати реакції вуглеводів в ході вибілювання целюлози.
44. Наведіть суть киснево-лужного вибілювання, його переваги в порівнянні з хлоруванням.
45. Навести коротку характеристику хлору та його сполук, як реагентів для вибілювання.
46. Охарактеризувати способи облагородження целюлози в ході вибілювання та основні параметри процесу.
47. Охарактеризувати облаштування та роботу башень для вибілювання різного типу.
48. Розкрити особливості вибілювання целюлози за схемами ECF та TCF.
49. Навести особливості вибілювання целюлози, призначеної для хімічної переробки.
50. Навести сучасні тенденції процесу вибілювання целюлози.
51. Проаналізувати використання оборотних вод в ході вибілювання целюлози.
52. Навести загальні положення вибілювання целюлози пероксидом водню.

53. Проаналізуйте зміну сухості целюлозного полотна на преспаті.
54. Зневоднення целюлозного полотна у звичайному пресі.
55. Загальна технологічна схема сіткового столу преспату.
56. Пояснити теорію процесу сушіння целюлози.
57. Перелічіть основні фактори, що впливають на швидкість сушіння целюлози.
58. Вплив режиму сушіння на властивості целюлози.
59. Розкрити способи сушіння целюлози. Вплив температурного режиму сушіння на властивості целюлози.
60. Розкрити особливості вибілювання целюлози за схемами ECF та TCF.
61. Розкрити властивості відпрацьованих щолоків та підготовку їх до випарювання.
62. Охарактеризувати диоксид хлору, як реагенту для вибілювання та умови вибілювання.
63. Охарактеризувати процес вибілювання целюлози для хімічної переробки.
64. Навести загальну технологічну схему отримання целюлози сульфатним способом.
65. Перелічити основні фактори, що впливають на процес відновлення сульфату натрію в ході спалювання щолоків.
66. Навести сучасні способи періодичного варіння.
67. Охарактеризувати переваги вибілювання целюлози диоксидом хлору в порівнянні з вибілюванням гіпохлоритом.
68. Пояснити роль лугування в процесі вибілювання целюлози. Умови проведення лугування.
69. Наведіть етапи підготовки щолоку до випарювання.
70. Наведіть властивості основних реагентів, які використовуються для вибілювання целюлози.
71. Охарактеризуйте сучасні способи періодичного варіння.
72. Розкрити основні поняття процесу вибілювання.
73. Розкрийте суть стабілізації целюлози в ході киснево-лужної обробки. Екологічні аспекти цього процесу.
74. Розкрийте суть гіпохлоритного вибілювання та вибілювання диоксидом хлору.
75. Охарактеризувати процеси, які відбуваються в ході спалювання відпрацьованих щолоків.
76. Описати хімізм вибілювання целюлози молекулярним хлором..
77. Розкрийте суть процесів вибілювання целюлози озоном та пероксидом водню.
78. Пояснити роль лужної обробки целюлози після хлорування.
79. Пояснити причини обмеження широкого використання пероксиду водню для вибілювання целюлози.

ПОЛОЖЕННЯ

про рейтингову систему оцінки успішності студентів з кредитного модуля “Технологія целюлози- 2.

Технологія сульфатної целюлози»

за напрямком підготовки (спеціальності) 6.051301 “Хімічна технологія ” (161 Хімічні технології та інженерія)

Спеціалізації Хімічні технології переробки деревини та рослинної сировини"

Інженерно-хімічного факультету

Розподіл навчального часу за видами занять і завдань з кредитного модуля згідно з робочим навчальним планом

Семестр	Навчальний час		Розподіл навчальних годин				Контрольні заходи		
	кредити	акад. год.	Лекц.	Практич.	Лаб. роб.	СРС + Екз.	МКР	КР	Семестрова атестація
6	5,5	165	36		54	75	1	1	екзамен

Рейтинг студента з дисципліни складається з балів, що він отримує за:

- 1) виконання та захист 11 лабораторних робіт;
- 2) виконання модульної контрольної роботи (1 МКР - тривалістю дві академічні години)
- 3) відповідь на екзамені.

-

1. Лабораторні роботи.

Ваговий бал – 2. Максимальна кількість балів на всіх лабораторних заняттях = 2 бали x 11 відп. = 22 бали.

–за умови гарної роботи, правильно оформленого протоколу, правильного і своєчасного захисту роботи – 3 бали;

–за умови невиконання (зниження) показника хоча б з однієї позиції – 1 бал.

У разі недопущення до лабораторної роботи у зв'язку з незадовільним вхідним контролем нараховується штрафний –2 бали.

2. Модульні контрольні роботи

Ваговий бал - 14 балів. Максимальна кількість балів за всі контрольні роботи дорівнює:

14 балів x 2 МКР = 28 балів

Критерії оцінювання модульних контрольних робіт:

-«відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – балів за МКР—11 балів;

-«добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями – 10,0 балів;

- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 6,0 балів

- «незадовільно», незадовільна відповідь (не відповідає вимогам на «задовільно») – 0 балів.

МКР-1 та МКР-2 складається з 28 питань кожне з яких максимально може бути оцінено в 0,5 бали.

26 питань x 0,5 бала = 13 балів;

20 питань x 1,0 бал = 20 балів., звідки **разом за МКР-1 та МКР-2 = 33 бали.**

Максимальна сума балів стартової складової дорівнює 55.

Необхідною умовою допуску до екзамену є зарахування всіх лабораторних занять, написання модульних контрольних робіт і стартовий рейтинг не менше 28 балів.

За результатами навчальної роботи за перші 7 тижнів «ідеальний студент» має набрати 18 балів. На першій атестації (8-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше $0,5 \times 18 = 9$ балів.

За результатами 13 тижнів «ідеальний студент» має набрати 36 балів. На другій атестації (14-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше $0,5 \times 36 = 18$ балів.

Розмір екзаменаційної шкали складає $R_E = 45$ балів (45% від R)

Умови допуску до екзамену: а зарахування всіх лабораторних занять, написання всіх модульних контрольних робіт і стартовий рейтинг не менше 28 балів ($r_c \geq 28$ балів, не менше 50% від R_C).

Критерії екзаменаційного оцінювання

Екзамебнаційний білет містить три теоретичні питання, кожне з яких має ваговий бал – 15. Максимальна кількість балів **15 x 3 = 45 балів**.

Система оцінювання теоретичних питань:

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 15-14 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації, або незначні неточності) – 13-11 балів;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки) – 10-9 балів;
- «незадовільно», незадовільна відповідь – 0 балів.

Сума стартових балів і балів за відповіді на питання екзаменаційного білету переводиться до екзаменаційної оцінки згідно з таблицею:

Бали $R = r_C + r_E$	ECTS-оцінка	Екзаменаційна оцінка
95-100	A	відмінно
85-94	B	добре
75-84	C	
65-74	D	задовільно
60-64	E	
Менше 60	Fx	незадовільно
Не зараховано МКР, або є не зараховані лабораторні роботи, або $r_C < 28$	F	не допущено

Склала: к.т.н., доцент Черьопкіна Р.І.
(посада викладача, прізвище та ініціали, підпис)

Ухвалено на засіданні кафедри
Екології та технології рослинних полімерів
(назва кафедри)

Протокол № 10 від 18.05.2017 р.

Завідувач кафедри

(підпис)

Гомеля М.Д.
(ініціали, прізвище)