

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»
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 - 1. Технологія сульфітної 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**

форми 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 сульфитної 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».

Розробник робочої програми:

доцент, к.т.н. Черьопкіна 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 «__» _____ 2017 року № ____

Завідувач кафедри

(підпис)

М.Д. Гомеля
(ініціали, прізвище)

«__» _____ 2017 р.

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>6,0</u>	Статус кредитного модуля <u>За вибором студентів</u> (нормативний або за вибором ВНЗ/студентів)
Спеціальність Хімічні технології та інженерія (шифр і назва)	Кількість розділів <u>2</u>	Цикл, до якого належить кредитний модуль <u>професійної підготовки</u>
Спеціалізація <u>Хімічні технології переробки деревини та рослинної сировини</u> (назва)	Індивідуальне завдання <u>РР</u> (вид)	Рік підготовки <u>3</u>
		Семестр <u>5</u>
Освітньо-кваліфікаційний рівень <u>бакалавр</u>	Загальна кількість годин <u>180</u>	Лекції <u>36 год.</u>
		Практичні (семінарські) <u>18 год.</u>
		Лабораторні (комп'ютерний практикум) <u>45 год.</u>
	Тижневих годин: аудиторних – <u>5,5</u> СРС – <u>4,5</u>	Самостійна робота 81 год., у тому числі на виконання індивідуального завдання <u>6 год.</u>
		Вид та форма семестрового контролю <u>екзамен письмовий</u> (екзамен / залік / диф. залік; усний / письмовий / тестування тощо)

Робочу програму кредитного модуля «Технологія сульфітної целюлози» складено відповідно до освітньо-професійної програми підготовки бакалаврів напрямку підготовки (спеціальності) 6.051301 «Хімічна технологія» (161 Хімічні технології та інженерія).

Кредитний модуль належить до циклу професійної підготовки.

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

Міждисциплінарні зв'язки: навчальній дисципліні «Технологія сульфітної 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

Метою вивчення даної дисципліни є професійна підготовка та формування у студентів комплексу знань, умінь та навичок, необхідних для управління існуючими технологічними процесами виробництва целюлози сульфітним способом та удосконалення цих способів, утилізації відпрацьованих сульфітних щолоків, раціонально використовувати дефіцитні волокнисті напівфабрикати, воду, 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 до реалізації технологічних процесів сульфітного способу одержання целюлози;
- здатність приймати і обґрунтовувати технічні рішення для створення технологій утилізації відпрацьованих сульфітних розчинів;

1.2. Основні завдання навчальної дисципліни.

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

знання:

- способи одержання целюлози
- варіння целюлози сульфітним способом
- використання відпрацьованих сульфітних щолоків

уміння:

- використовуючи довідкові дані щодо виходу та ступеня делігніфікації рослинної сировини, розрізняти волокнисті напівфабрикати,
- обґрунтувати вибір технологічної схеми і обладнання для приготування сирової кислоти на розчинних та нерозчинних основах,
- аналізувати фізико-хімічні процеси делігніфікації рослинної сировини сульфітним способом з метою їх удосконалення,
- визначати технічні і технологічні засоби реалізації промислових процесів варіння сульфітних волокнистих напівфабрикатів,
- обирати основне та додаткове технологічне обладнання для сульфітного варіння целюлози,
- запропонувати технологічну схему сортування та очищення целюлози, а також необхідне обладнання;
- виконувати дослідження рослинної сировини для варіння та одержаних волокнистих напівфабрикатів
- одержати волокнисті напівфабрикати сульфітним способом
- готувати та аналізувати сульфітні варильні розчини
- визначати склад відпрацьованих розчинів сульфітного варіння

досвід:

- одержати волокнисті напівфабрикати сульфітним способом
- експериментально одержати зразки етерів та естерів целюлози
- готувати та аналізувати сульфітні варильні розчини
- визначати склад відпрацьованих розчинів сульфітного варіння
- готувати і аналізувати розчини для варіння недревної рослинної сировини різними методами

3. Структура кредитного модуля

Найменування розділів, тем	Розподіл за семестрами та видами занять				
	Всього	Лекції	Лабораторні роботи	Практичні Заняття (контрольні роботи)	СРС
1	2	3	4	5	6
Розділ 1. Способи одержання целюлози					
Тема 1.1. Сучасний стан та перспективи розвитку виробництва целюлози	16	4	8	-	4
МКР-1	3			1	2
Тема 1.2. Приготування сульфітних варильних розчинів	30	10	10	4	6
МКР-2	4	-	-	1	3
Розділ 2. Варіння целюлози					
Тема 2.1. Хімізм процесу та основні фактори сульфітного варіння	32	12	8	2	10
Тема 2.2. Промивання целюлози	18	4	7	3	4
МКР-3	3			1	2

Тема 2.3. Використання відпрацьованих щолоків	17	2	6	3	6
Тема 2.4 Сортування целюлози	18	4	6	2	6
МКР-4	3	-	-	1	2
Розрахункова робота	6				6
Екзамен	30	-	-	-	30
Всього у семестрі	180	36	45	18	81

4. Лекційні заняття

Лекційні заняття спрямовані на:

- надання сучасних, цілісних, взаємозалежних знань з дисципліни «Технологія сульфітної 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 даної аудиторією.

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
1	<u>Класифікація волокнистих напівфабрикатів</u> Класифікація волокнистих напівфабрикатів за виходом та ступенем делігніфікації. Способи одержання целюлози. Відмінні особливості різної рослинної сировини для одержання целюлози. Література: [1] с. 3...34; [2] с. 3...22. Завдання на СРС. Особливості підготовки деревини хвойних, листяних порід деревини до сульфітного варіння. Альтернативні способи делігніфікації рослинної сировини.
2	<u>Властивості сульфітної целюлози</u> Короткі історичні відомості про виробництво сульфітної целюлози. Перспективи розвитку. Вимоги до целюлози та показники якості. Види та області застосування целюлози. Загальна схема виробничого процесу. Особливості підготовки деревини. Література: [2] с. 5...35. Завдання на СРС. Розвиток целюлозного виробництва в Україні в минулому та майбутньому. Вимоги до трісок, які використовуються для сульфітного варіння.
3	<u>Отримання сирової сульфітної кислоти</u> Приготування сирової сульфітної кислоти та її склад. Фізико-хімічні властивості сірчистого ангідриду, сірчистої кислоти та її солей. Література: [1] с. 36...47; [2] с. 23...32. Завдання на СРС. Відмінні особливості сирової та варильної кислот. Характеристика сировини: Діоксид сірки, вапняк і вапно, оксид магнію, магнезит, брусит
4	<u>Отримання SO₂ в процесі спалювання сірки</u> Одержання сірчистого ангідриду із сірки. Улаштування та робота сірчистих печей. Виплав колчедану. Типи печей, їх улаштування та порівняльна характеристика. Видалення колчеданного огарку. Література: [3] с. 151...180; [1] с. 17-58. Завдання на СРС. Процес плавлення сірки. Обладнання: механічні печі для випалу колчедану.
5	<u>Очищення та охолодження газів</u> Очистка та охолодження газових сумішей. Збір та використання селенового шламу. Література: [1] с. 58...72, 85...87; [3] с. 180...196; [2] с. 23...69. Завдання на СРС. Електротехнічне очищення газів. Характеристика обладнання для збору селену.
6	<u>Отримання сирової сульфітної кислоти</u> Приготування кислоти на кальцієвій основі. Улаштування та робота кислотної башти. Фактори, які впливають на роботу башти. Приготування сирової кислоти на амонієвій, натрієвій, магнієвій та змішаній основі. Література: [1] с. 72...84; [3] с. 197...237; [2] с. 23...66. Завдання на СРС. Укріплення та регулювання складу сирової сульфітної кислоти. Приготування

	розчинів бісульфітів та моно сульфіту.
7	<u>Регулювання складу сирової сульфітної кислоти</u> Регулювання складу сирової кислоти. Допоміжне обладнання кислотного цеху. Схеми кислотних цехів. Питомі витрати матеріалів. Баланс сірки в кислотному відділі. Література: [3] с. 233...240. Завдання на СРС. Характеристика обладнання, що використовується для кислотних цехів. Техніко-економічні показники кислотного відділу.
8	<u>Хімізм процесу сульфітного варіння</u> Теорія процесу сульфітного варіння. Загальна характеристика процесу. Основні реакції сульфітного варіння. Просочування трісок кислотою. Залежність просочування трісок кислотою від різних факторів. Реакції лігніну та вуглеводів під час сульфітного варіння. Література: [1] с. 101...116; [2] с. 81...96. [3] с. 243...272. Завдання на СРС. Математичний опис процесу просочування трісок. Процес розчинення лігніну. Конденсація лігніну. Значення концентрації іонів водню.
9	<u>Побічні реакції варіння.</u> Побічні реакції варіння. Явище «чорного варіння». Значення кислотності розчину для варіння в процесі сульфітного варіння. Кінетика варіння. Витрати сірки на хімічні реакції. Література: [1] с. 112...116; [3] с. 274...300. Завдання на СРС. Фактори, що впливають на чорне варіння. Розрахунок витрат сірки на хімічні реакції.
10	<u>Основні фактори варіння</u> Вплив основних факторів варіння на витрати сірки, на швидкість процесу та якість целюлози. Варіння на розчинних основах, його переваги та особливості. Література: [1] с. 116...131; [3] с. 300...336. Завдання на СРС. Значення зв'язаного SO ₂ в кислоті на хід процесу варіння.
11	<u>Техніка сульфітного варіння.</u> Техніка процесу сульфітного варіння. Улаштування котлів для варіння від корозії. Арматура котлів. Література: [1] с. 132...149; [2] с. 113...131; [3] с. 341...364. Завдання на СРС. Характеристика корпусу котла. Установки примусової циркуляції: типу Лунге, типу Бробека, з прямим обігрівом.
12	<u>Наповнення котла трісками та кислотою.</u> Температурні режими варіння. Режими здувань. 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. Література: [1] с. 150...166; [2] с. 131...135; [3] с. 364...388. Завдання на СРС. Облаштування бункерів для трісок. Комбіновані методи пропарювання трісок.
13	<u>Регенерація сірчистого ангідриду та тепла.</u> Заварювання та варіння. Режим здувань та склад здувань. Принцип регенерації сірки та основи з відпрацьованого щолоку. Література: [1] с. 93...98; [3] с. 392...416. Завдання на СРС. Сучасні режими сульфітного варіння. Варіння віскозної целюлози. Холодна регенерація.
14	<u>Промивання целюлози.</u> Теорія процесу промивання. Способи промивання: промивання в зцежах та барабанних фільтрах різного типу. Література: [1] с. 160...176; [2] с. 136...151. Завдання на СРС. Облаштування прийомників маси - зцеж. Характеристика вимивних та видувних резервуарів.
15	<u>Обладнання для промивання целюлози.</u> Промивка целюлози в дифузорах безперервної дії та стрічкових фільтрах. Основні фактори процесу промивання. Література: [1] с. 176...180; [2] с. 151...156. Завдання на СРС. Техніко-економічні показники відбору щолоків та промивання целюлози.
16	<u>Відпрацьований сульфітний щолок</u> 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. Література: [2] с. 546...580; [1] с. 157...179. Завдання на СРС. Схеми роботи обладнання для отримання кормових дріжджів.
17	<u>Сортування та очищення целюлози.</u> Загальна схема очисного відділу. Сепарування целюлози, грубе та тонке сортування, типи сортувалок та схеми тонкого сортування. Очищення маси від мінеральних домішок. Знесмолення целюлози. Література: [1] с. 205...230; [2] с. 217...244. Завдання на СРС. Обладнання для сортування та очищення целюлози. Фракціонування целюлози.

18	<u>Згущення целюлози.</u> Згущення целюлози. Схеми очисних відділів для целюлоз різного призначення. Використання оборотної води. Переробка відходів. Методика складання балансу води і волокна. Література: [1] с. 231...234. Завдання на СРС. Робота та характеристика згущувачів.
----	---

5. Практичні заняття

Практичні заняття є доповненням до лекційного курсу та лабораторних робіт. Вони закріплюють теоретичний матеріал у вигляді розрахунків, розвивають науковий підхід до вирішення поставлених задач, здатність користуватися спеціальною термінологією, дозволяють перевірити знання, у зв'язку з чим даний вид роботи виступає важливим засобом оперативного зворотного зв'язку. Зміст цих занять і методика їх проведення повинні забезпечувати розвиток творчої активності особистості, що сприятиме формуванню кваліфікованих працівників у галузі.

Основні завдання циклу практичних занять:

- ♦ допомогти студентам систематизувати, закріпити і поглибити знання теоретичного характеру в області виробництва целюлози;
- ♦ навчити студентів прийомам вирішення практичних завдань, сприяти оволодінню навичками та вміннями виконання розрахунків, графічних та інших видів завдань;
- ♦ навчити їх працювати з науковою та довідковою літературою, стандартами і схемами;
- ♦ формувати вміння вчитися самостійно, тобто опановувати методами, способами і прийомами самонавчання, саморозвитку і самоконтролю.

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань (перелік дидактичного забезпечення, посилання на літературу та завдання на СРС)
1	Визначення складу кислоти Визначення загального і зв'язаного SO ₂ в кислотах приготованих на різних основах Література: 2 [23-80], 4 [91-121], Завдання на СРС. Розрахунок концентрації загального і зв'язаного SO ₂ в кислотах приготованих на різних основах
	Модульна контрольна робота
2	Схеми приготування кислоти Складання схеми приготування кислоти на різних основах Література: 2 [23-80], 4 [91-121], Завдання на СРС. Складання та аргументація схеми приготування кислоти на різних основах
3	Розрахунок витрат сірки та основи для приготування кислоти заданого складу. Розрахунок витрат сірки та основи (кальцієвої, магнієвої, натрієвої) для приготування кислоти заданого складу. Література: 2 [23-80], 4 [91-121], Завдання на СРС. Розрахунок витрат сірки та основи (кальцієвої, магнієвої, натрієвої) для приготування кислоти заданого складу.
	Модульна контрольна робота
4	Розрахунок матеріалів та хімікатів для проведення варіння. Розрахунок витрат деревних трісок, варильної кислоти, сірки та основи для проведення варіння целюлози Література: 10 [5- 45] Завдання на СРС. Розрахунок та обґрунтування витрат деревних трісок, варильної кислоти, сірки та основи для проведення варіння целюлози
5	Розрахунок виходу целюлози від маси абсолютно сухої деревини, Визначення фактичних витрат хімікатів на варіння за даними аналізу відпрацьованих щолоків. Література: 10 [5- 45] Завдання на СРС. Розрахунок K _{сух.} та виходу напівфабрикатів. Розрахунок концентрації залишкового SO ₂ , вмісту сухих речовин у відпрацьованому щолоці та їх зольності.
	Модульна контрольна робота
6	Розрахунок показників міцності зразків відливок сульфитної целюлози. Визначення фізико-механічних показників отриманих зразків. Література: 10 [5- 45] Завдання на СРС. Розрахунок маси 1 м ² , щільності, розривної довжини, опору роздиранню, опору продавлюванню, міцності на злом під час багаторазових перегинів зразків целюлози.
	Модульна контрольна робота

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, ознайомлення з програмою лабораторних робіт, видача методичних вказівок та іншої методичної літератури. Аналіз виробничих трісок.	4 год
2	Приготування та аналіз сульфітного розчину для варіння. Підготовка до варіння на різних основах.	4 год
3,4	Варіння сульфітної целюлози за заданим температурним режимом. Промивання та сортування целюлози.	8 год
5	Визначення коефіцієнта сухості целюлози, виходу целюлози, ступеня делігніфікації (за Каппа) та перманганатного числа (за Б'єркмана).	4 год
6	Визначення ступеня делігніфікації целюлози (за Каппа) та перманганатного числа (за Б'єркмана).	4 год
7	Аналіз відпрацьованого щолоку на вміст залишкового SO ₂ , редукуючих речовин (РР), вмісту сухих речовин та зольності сухих речовин.	4 год
8	Аналіз відпрацьованого щолоку на вміст сухих речовин та зольності сухих речовин.	4 год
9	Розмелювання целюлози в центробіжно-розмелювальному апараті. Визначення градуса млива (°ШР).–	4 год
10	Виготовлення лабораторних целюлозних відливок на листовідливому апараті (ЛОА).	4 год
11	Фізико-механічні випробування виготовлених целюлозних відливок. Обговорення результатів лабораторних робіт.	5 год

7. Самостійна робота

Самостійна робота студентів займає 50 % часу вивчення курсу, включає також 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. Способи одержання целюлози		
1	Особливості підготовки деревини хвойних, листяних порід деревини до сульфітного варіння. Альтернативні способи делігніфікації рослинної сировини. <i>Література: 1, 2, 4,10</i>	4
2	Розвиток целюлозного виробництва в Україні в минулому та майбутньому. Вимоги до трісок, які використовуються для сульфітного варіння. <i>Література: 1, 2, 4,10</i>	12
Розділ 2. Варіння целюлози		
3	Відмінні особливості сирової та варильної кислот. Характеристика сировини: Діоксид сірки, вапняк і вапно, оксид магнію, магнезит, брусит <i>Література: 1, 2, 4,10</i>	14
4	Процес плавлення сірки. Обладнання: механічні печі для випалу колчедану. <i>Література: 1, 2, 4,10.</i>	
5	Електротехнічне очищення газів. Характеристика обладнання для збору селену. <i>Література: 1, 2, 4,10</i>	
6	Укріплення та регулювання складу сирової сульфітної кислоти. Приготування розчинів бісульфітів та моносульфиту. <i>Література: 1, 2, 4,10</i>	
7	Характеристика обладнання, що використовується для кислотних цехів. Техніко-економічні показники кислотного відділу. <i>Література: 1, 2, 4,10</i>	
8	Математичний опис процесу просочування трісок. Процес розчинення лігніну. Конденсація лігніну. Значення концентрації іонів водню. <i>Література: 1, 2, 4,10.</i>	
9	Фактори, що впливають на чорне варіння. Розрахунок витрат сірки на хімічні реакції. <i>Література: 1, 2, 4,10</i>	
10	Значення зв'язаного SO ₂ у варильній кислоті на хід процесу варіння рослинної сировини. <i>Література: 1, 2, 4,10</i>	
11	Характеристика корпусу котла. Установки примусової циркуляції: типу Лунге, типу Бробека, з прямим обігрівом. <i>Література: 1, 2, 4,10.</i>	

12	Облаштування бункерів для трісок. Комбіновані методи пропарювання трісок. <i>Література: 1, 2, 4,10</i>	
13	Сучасні режими сульфитного варіння. Варіння віскозної целюлози. Холодна регенерація. <i>Література: 1, 2, 4,10</i>	
14	Облаштування прийомників маси - зцеж. Характеристика вимивних та видувних резервуарів. <i>Література: 1, 2, 4,10</i>	4
15	Техніко-економічні показники відбору щолоків та промивання целюлози. <i>Література: 1, 2, 4,10.</i>	
16	Схеми роботи обладнання для отримання кормових дріжджів із сульфитних щолоків. <i>Література: 1, 2, 4,10.</i>	8
17	Обладнання для сортування та очищення целюлози. Фракціонування целюлози. <i>Література: 1, 2, 4,10</i>	6
18	Робота та характеристика згущувачів целюлози. <i>Література: 1, 2, 4,10</i>	
5	Контрольні роботи з розділів 1-2	12
6	Екзамен	30
	Всього годин	90

8. Індивідуальні завдання

З метою поглиблення знань студентів з дисципліни, отримання досвіду самостійної роботи в області отримання сульфитної целюлози, регенерації щолоків пропонується виконання індивідуального завдання у вигляді розрахункової роботи. Вимоги до структури, змісту і оформлення розрахункової роботи наведено в робочій програмі кредитного модуля «Технологія целюлози-1. Технологія сульфитної 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 чотирьох модульних контрольних робіт, які проводяться у формі тестів.

МКР – 1, МКР – 2, МКР – 3, МКР – 4 розраховані кожна на 0,5 год. Модульні контрольні роботи, МКР – 1, МКР – 2, МКР – 4 складаються з 10 питань, а МКР – 3 – з 18 питань, кожне з яких 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) чотири контрольні роботи (1 МКР поділяється на чотири контрольні роботи кожна тривалістю 0,5 академічної години)
- 3) 2 відповіді на практичних заняттях (із розрахунку, що на кожному практичному занятті в середньому оцінюється 8 студентів, якщо чисельність групи 20 студентів - 6 пр. $\times 8 / 20 = 2$ відповіді).
- 4) відповідь на екзамені.
- 5) Виконання розрахункової роботи

Максимальна сума балів стартової складової дорівнює 55. Необхідною умовою допуску до екзамену є зарахування всіх лабораторних занять, написання модульних контрольних робіт, виконання і здача розрахункової роботи 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 $15 \times 3 = 45$ балів.

Положення про рейтингову систему оцінки успішності студентів з кредитного модуля «Технологія целюлози - 1. Технологія сульфитної 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 сульфитної 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. Ф. Производство сульфитной целлюлозы. – М.: Экология, 1993. – 272 с.
2. Примаков С.П., Барбаш В.А., Черьопкіна Р.І. Виробництво сульфитної та органосольвентної целюлози. - К.: ЕКМО, 2009. – 279 с.
3. Примаков С.П., Барбаш В.А., Черьопкіна Р.І. Виробництво сульфатної і вибілювання целюлози. - К.: ЕКМО, 2011. – 290 с.
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. Технология целлюлозно-бумажного производства. Справочные материалы. Том 1(Часть 2). С.- Петербург: Политехника, 2003. – 633 с.; 30 см., ил.; - На обл. автор. не указаны.
8. Бобров А.И., Мутовина 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.

Допоміжна

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

ДОДАТОК А

до робочої навчальної програми «Технологія целюлози- 1. Технологія сульфїтної целюлози»

Запитання до МКР-1

- 1 Класифікація волокнистих напівфабрикатів за виходом.
- 2 Класифікація волокнистих напівфабрикатів за ступенем делігніфікації.
- 3 Способи одержання целюлози.
- 4 Характеристика сульфїтних та лужних способів варіння.
- 5 Характеристика нетрадиційних способів варіння.
- 6 Розвиток виробництва сульфїтної целюлози.
7. Охарактеризуйте перспективи розвитку виробництва сульфїтної целюлози та галузі її застосування.
8. Назвіть особливості різної рослинної сировини для отримання целюлози.
9. Наведіть вимоги до целюлози та показники якості.
10. Наведіть загальну технологічну схему виробництва сульфїтної целюлози

Запитання до МКР-2

1. Наведіть склад і властивості сульфїтних варильних розчинів.
2. Отримання SO₂ (сірчистого ангїдриду) із сірки.
3. Улаштування та робота сірчистих печей.
4. Отримання SO₂ (сірчистого ангїдриду) із колчедану.
5. Очищення та охолодження пічних газів.
6. Збір та використання селенового шламу.
7. Приготування кислоти на кальцієвій основі.
8. Наведіть схему роботи кислотної башти.
9. Приготування кислоти на амонієвій, магнієвій, натрієвій основах.
10. Співвідношення складу сирови і варильної кислоти.

Запитання до МКР-3

1. Характеристика процесу сульфїтного варіння.
2. Теоретичні відомості процесу сульфїтного варіння.
3. Просочування трісок варильною кислотою.
4. Реакції лігніну в процесі сульфїтного варіння.
5. Реакції вуглеводів у процесі сульфїтного варіння.
6. Побічні реакції сульфїтного варіння.
7. Значення кислотності розчину для варіння в процесі сульфїтного варіння.
8. Від яких технологічних факторів залежить явище «чорного варіння»?
9. Основні фактори, які впливають на процес сульфїтного варіння.
10. Обладнання та робота варильного котла.
11. Захист корпусу варильних котлів від кислотної корозії.
12. Завантаження котла трісками.
13. Заповнення котла кислотою.
14. Температурні режими варіння.
15. Способи випорожнення котла.
16. Основні техніко-економічні показники варіння.
17. Регенерація сірчистого ангїдриду. Склад здувань.
18. Способи промивання целюлози.

Запитання до МКР-4

1. Характеристика сульфїтного відпрацьованого щолоку.
2. Використання сульфїтного відпрацьованого щолоку.
3. Підготовка сульфїтного відпрацьованого щолоку до біохімічної переробки
5. Виробництво етилового спирту.
6. Одержання білкових кормових дріжджів.
7. Одержання ваніліну.
8. Сортування та очищення целюлози.
9. Сепарування целюлози, грубе та тонке сортування, схеми тонкого сортування.
10. Очищення маси від мінеральних домішок, знезсмолення целюлози

Перелік запитань на екзамен

1. Переваги та недоліки отримання целюлози сульфітним способом.
2. Загальна технологічна схема виробництва сульфітної целюлози.
3. Характеристика сульфітних варильних розчинів.
4. Реакції вуглеводів за сульфітного варіння.
5. Основні властивості SO_2 сірчистої кислоти та її солей, застосування їх для отримання целюлози.
6. Отримання SO_2 із сірки.
7. Загальна характеристика процесу сульфітного варіння. Основні зміни деревини і варильного розчину.
8. Отримання SO_2 з колчедана.
9. Способи очищення та охолодження пічних газів.
10. Вплив перепусків та відтяжок щолоку з котла на хід процесу варіння і техніко-економічні показники.
11. Суть процесу мокрого очищення та охолодження пічних газів, принцип роботи обладнання, що застосовується.
12. Сульфування лігніну при сульфітному варінні.
13. Загальні витрати сірки та основи на сульфітне варіння. Назвіть фактори, які впливають на даний процес.
14. Класифікація способів отримання целюлози та отримання при цьому напівфабрикатів.
15. Вплив температури на хід сульфітного варіння. Температурний режим варіння.
16. Основні переваги та недоліки різних видів основ при сульфітному варінні. Роль основи в процесі варіння.
17. Отримання сульфітної кислоти баштовим способом. Основні фактори, що впливають на роботу башти.
18. Приготування сульфітних варильних розчинів на магнієвій основі. Відмінні особливості цієї основи.
19. Способи випорожнення варильних котлів та їх вплив на якість целюлози і питання екології.
20. Основні реакції вуглеводів при сульфітному варінні.
21. Характеристика основних властивостей сульфітної целюлози.
22. Реакції конденсації лігніну при сульфітному варінні.
23. Підготування щолоку для біохімічної переробки на спирт та дріжджі.
24. Основні техніко-економічні показники сульфітного варіння.
25. Сучасні варіанти сульфітного варіння та їх відмінні особливості.
26. Сепарування целюлози перед сортуванням.
27. Відмінні особливості різних видів рослинної сировини для отримання целюлози.
28. Основні фактори процесу сортування целюлози.
29. Загальна технологічна схема процесу сортування целюлози.
30. Способи захисту варильних котлів від кислотної корозії.
31. Обладнання та робота варильного котла.
32. Облаштування та робота варильного котла.
33. Основні показники, що характеризують процес промивання целюлози.
34. Отримання етилового спирту з відпрацьованих сульфітних щолоків.
35. Грубе сортування целюлози.
36. Отримання технічних лігносульфонатів із сульфітного щолоку.
37. Загальні витрати сірки та основи на сульфітне варіння. Назвіть фактори, які впливають на даний процес.
38. Схема вловлювання селену при приготуванні сирої кислоти.
39. Способи зниження вмісту смоли в целюлозі.
40. Основні вимоги до трісок для сульфітного варіння.
41. Способи обігріву варильних котлів та їх вплив на хід процесу варіння.

42. Характеристика складу відпрацьованих сульфітних щолоків та шляхи їх використання.
43. Вловлювання цимону із здувальних газів.
44. Тонке сортування целюлози. Основні вимоги та схеми сортування.
45. Просочування трісок варильним розчином та основні фактори, що впливають на цей процес.
46. Будова та робота сортувалок центробіжного типу.
47. Вплив складу варильної кислоти на хід процесу варіння.
48. Отримання ваніліну із сульфітного щолоку.
49. Приготування сульфітних варильних розчинів на магнієвій основі. Відмінні особливості цієї основи.
50. Основні проблеми виробництва целюлози в Україні та шляхи їх вирішення.
51. Промивання целюлози на барабанних фільтрах різного типу, їх переваги та недоліки.
52. Характеристика основної сировини для отримання SO_2 та різних видів основи в кислоті.
53. Основні фактори сульфітного варіння та їх вплив на процес.
54. Будова та робота сортувалок напірного типу.
55. Схеми холодної регенерації SO_2 та тепла із здувальних газів.
56. Промивання целюлози в дифузорах безперервної дії.
57. Схеми гарячої регенерації SO_2 та тепла із здувальних газів.
58. Інактивація лігніну при сульфітному варінні. Основні фактори, що викликають цей процес.
59. Очищення целюлози у вихрових конічних очисниках.
60. Схеми холодно-гарячої регенерації SO_2 та тепла із здуваних газів.
61. Промивання целюлози на стрічкових фільтрах.
62. Способи регенерації SO_2 та тепла. Загальні вимоги до схеми регенерації.
63. Будова та робота згущувача різного типу.
64. Фракціонування целюлози в процесі її сортування.
64. Основні реакції сульфітного варіння, що призводить до розчинення лігніну.
65. Основні операції сульфітного варіння.
66. Характеристика способів отримання целюлози.
67. Загальна характеристика процесу промивання целюлози.
68. Загальна технологічна схема приготування «сирої» сульфітної кислоти. Основні реакції лігніну при сульфітному варінні
69. Основні реакції сульфітного варіння, що призводить до розчинення лігніну.
70. Способи прискорення просочування трісок варильним розчином.
71. Відмінні особливості режимів сульфітного варіння при отриманні целюлози для паперу та хімічної переробки.
72. Промивання целюлози на фільтрах тиску.
73. Схема роботи примусової циркуляції в котлі при сульфітному варінні.
74. Будова та робота печі циклонного типу для спалювання сірки.
75. Очищення газів в мокрих та сухих електрофільтрах.
76. Основні показники, що характеризують ступінь промивання целюлози.

ПОЛОЖЕННЯ

про рейтингову систему оцінки успішності студентів з кредитного модуля “Технологія целюлози- 1. Технологія сульфитної целюлози»
за напрямком підготовки 6.051301 “Хімічна технологія ”
інженерно-хімічного факультету

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

Семест р	Навчальний час		Розподіл навчальних годин				Контрольні заходи		
	кредити	акад.год	Лекц.	Практ.	Л/р	СРС+екз	МКР	РР	Семестрова атестація
5	6,0	180	36	18	45	81	1	1	екзамен

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

- 1) виконання та захист 11 лабораторних робіт;
- 2) чотири контрольні роботи (1 МКР поділяється на чотири контрольні роботи кожна тривалістю 0,5 академічної години)
- 3) відповіді на практичних заняттях (із розрахунку, що на кожному практичному занятті в середньому оцінюється 8 студентів, якщо чисельність групи 18 студентів - 6 пр. $\times 8 / 18 = 2$ відповіді).
- 4) виконання і здача розрахункової роботи;
- 5) відповідь на екзамені.

1. Практичні заняття.

Ваговий бал – 2. Максимальна кількість балів на всіх практичних заняттях = 2 бали $\times$ 2 відп. = 4 бали.

За умови гарної підготовки і активної роботи на практичному занятті – 1 бал. Одному або двом кращим студентам на кожному практичному занятті може додаватися як заохочування 1 бал.

2. Лабораторна робота.

Ваговий бал – 2. Максимальна кількість балів на всіх лабораторних заняттях = 2 бали $\times$ 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.

3. Модульні контрольні роботи

Ваговий бал МКР-1, МКР-2, МКР-4 – 7 балів та МКР 3 – 8 балів.

Максимальна кількість балів за всі контрольні роботи дорівнює:

$$5 \text{ балів} + 5 \text{ балів} + 5 \text{ балів} + 4 \text{ балів} = 19 \text{ балів}$$

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – балів за МКР-1, МКР -2, МКР-6 – 7 балів; (за МКР-3 - 9 балів);

-«добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями – 5 балів за МКР-1, МКР -2 та МКР-4 (МКР-3 – 7 балів);

- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 4 бали за МКР-1, МКР -2 та за МКР-4; (МКР-3 – 6 балів)

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

МКР-1 складається з 10 питань, МКР-2 складається з 10 питань, МКР-4 складається з 10 питань, а МКР -3 – 18 питань кожне з яких максимально може бути оцінено в 0,5 бали.

$$10 \text{ питань} \times 0,5 \text{ бал} = 5 \text{ балів};$$

$$10 \text{ питань} \times 0,5 \text{ бал} = 5 \text{ балів};$$

$$10 \text{ питань} \times 0,5 \text{ бал} = 5 \text{ балів};$$

$$8 \text{ питань} \times 0,5 \text{ бал} = 4 \text{ балів}.$$

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.

4. Розрахункова робота

Ваговий бал – 10 балів.

- «відмінно», виконані всі вимоги до роботи – 10-9 балів;
- «добре», виконані майже всі вимоги до роботи, або є несуттєві помилки – 8 балів;
- «задовільно», є недоліки щодо виконання вимог до роботи і певні помилки – 6-5 балів;
- «незадовільно», не відповідає вимогам до «задовільно» – 0 балів.

За кожний тиждень запізнення з поданням розрахункової роботи на перевірку нараховується штрафний (–1) бал.

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

Екзаменаційний білет містить три теоретичні питання, кожне з яких має **ваговий бал – 15**. Максимальна кількість балів $15 \times 3 = 45$ 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)