

Державний вищий навчальний заклад
«Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника»

Кафедра неорганічної та фізичної хімії

Проректор _____ “ЗТВЕРДЖУЮ”
“1” вересня 2016 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
ВС.23 Хімія неорганічних волокон
(шифр і назва навчальної дисципліни)

спеціальність _____ **7.04010101 – хімія**
(шифр і назва спеціальності)
спеціалізація _____ **Неорганічна хімія**
(назва спеціалізації)
інститут, факультет _____ **факультет природничих наук**
(назва інституту, факультету)

Робоча програма навчальної дисципліни «**Хімія неорганічних волокон**» для студентів за спеціальністю 7.04010101 – хімія.
«31» серпня, 2016 р. – 11 с.

Розробники:

Базюк Л.В., доцент кафедри неорганічної та фізичної хімії

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри неорганічної та фізичної хімії

Протокол від « 31 » серпня 2016 р. № 1

Завідувач кафедри _____ (В.о. Татарчук Т.Р.)
(підпис) (прізвище та ініціали)

« 31 » серпня 2016 р.

Схвалено науково-методичною радою Інституту природничих наук.
Протокол № від « 27 » вересня 2016 р.

« 27 » вересня 2016 р.

Голова _____ (Шпарик Ю.С.)
(підпис) (прізвище та ініціали)

© Базюк Л.В., 2016 рік

© Прикарпатський національний університет
імені Василя Стефаника, 2016 рік

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 4	Галузь знань 0401 – природничі науки	денна форма навчання	
Модулів – 1	Спеціальність 7.04010101-хімія	Рік підготовки:	
Змістових модулів – 2		5-й	-
Індивідуальне науково-дослідне завдання: реферат		Семестр	
Загальна кількість годин – 120		10-й	-
		Лекції	
	24 год.		
	Практичні, семінарські		
	-		
	Лабораторні		
	20		
	Самостійна робота		
	76 год.		
	Індивідуальні завдання:		
	-		
	Вид контролю:		
	екзамен		
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 2 самостійної роботи студента – 6	Освітньо-кваліфікаційний рівень: спеціаліст		

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить:

$$\text{для денної форми навчання} - 44/76 = 0,6$$

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета: ознайомити з теоретичними та практичними питаннями одержання, властивостей та застосування вуглецевих волокон, волокон на основі інших неорганічних матеріалів, лускових, стрічкових та неперервних волокнистих наповнювачів, сформувані вміння прогнозувати властивості наповнених карбопластиків.

Завдання:

- ознайомити з теоретичними та практичними питаннями одержання, властивостей та застосування вуглецевих волокон, волокон на основі інших неорганічних матеріалів;
- показати властивості та області застосування композицій з лусковими, стрічковими та неперервними волокнистими наповнювачами;
- показати взаємозв'язок між технологією одержання та властивостями наповнювача;
- показати взаємозв'язок між фізико-механічними властивостями наповнювача та фізико-механічними властивостями наповненого композиту;
- навчити прогнозувати властивості наповнених карбопластиків.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати:

- способи та технології одержання, властивості та застосування вуглецевих волокон,
- способи та технології одержання, властивості та застосування волокон на основі інших неорганічних матеріалів;
- способи та технології одержання, властивості та застосування лускових та стрічкових наповнювачів;
- способи та технології одержання, властивості та застосування неперервних волокнистих наповнювачів;

вміти:

- встановлювати зв'язок між технологією одержання та властивостями наповнювача;
- встановлювати зв'язок між фізико-механічними властивостями наповнювача та фізико-механічними властивостями наповненого композиту;
- прогнозувати властивості наповнених карбопластиків.

3. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Вуглецеві волокна та матеріали на їх основі.

Розділ 1. Структурні форми Карбону. Структура графіту. Перехідні форми Карбону. Теорії графітації. Термічне перетворення гомогенно-графітованого Карбону. Структура волокнистих форм Карбону.

Розділ 2. Отримання вуглецевих волокнистих матеріалів на основі гідратцелюлози. Вихідна сировина і вимоги до неї. Попередня підготовка волокна. Термічна деструкція целюлози: склад продуктів деструкції целюлози; термічна деструкція целюлози в присутності каталізаторів; вплив середовища; фізико-хімічні процеси піролізу; піроліз різних типів целюлози; механізм піролізу целюлози; структурно-хімічні зміни гідратцелюлозних волокон на ранній стадії їх піролізу; механізм початкової стадії термічного розкладу гідратцелюлозних волокон; вплив надмолекулярної структури гідратцелюлозних волокон на процес їх піролізу.

Закономірності карбонізації целюлози та основні умови отримання вуглецевого волокна: фізико-хімічні процеси карбонізації; зміна властивостей волокна під час карбонізації; умови проведення процесу карбонізації.

Закономірності процесу та основні умови графітації вуглецевого волокна: фізико-хімічні процеси графітації; умови проведення графітації. Витягування волокна в процесі карбонізації та графітації.

Принципи обігріву та апаратурне оформлення процесів карбонізації та графітації: способи нагріву; апаратурне оформлення процесів карбонізації та графітації.

Розділ 3. Отримання вуглецевих волокнистих матеріалів на основі поліакрилонітрильного волокна (ПАН-волокна). Вимоги до вихідного ПАН-волокна. Термічна та оксидативна деструкція поліакрилонітрилу: фізико-хімічні процеси, що протікають під час деструкції ПАН-волокна; фактори, що впливають на циклізацію поліакрилонітрилу; продукти розкладу поліакрилонітрилу; основні умови оксидативної ПАН-волокна; витягування ПАН-волокна в процесі оксидативної.

Карбонізація: фізико-хімічні процеси під час карбонізації; структурні перетворення ПАН-волокна при карбонізації; зміна властивостей волокна в процесі карбонізації; закономірності процесу карбонізації; основні умови карбонізації.

Графітація вуглецевого волокна: фізико-хімічні процеси графітації; основні умови графітації та вплив їх на властивості волокна; витягування волокна під час графітації. Принципи апаратурного оформлення процесу графітації.

Розділ 4. Принципи отримання вуглецевих волокон з хімічних волокон інших типів. Полівінілспиртове волокно (ПВС-волокно): дегідратація ПВС-волокна. Волокно саран. Інші типи хімічних волокон.

Розділ 5. Пеки, фенольні смоли, лігнін. Вуглецеві волокна на основі рідкокристалічних пеків. Вуглецеві волокна на основі звичайних пеків. Пек на основі полівінілхлориду: отримання МР-волокна.

Нафтовий та кам'яновугільний пеки: попередня підготовка пеків; отримання вуглецевого волокна. Фенольні смоли: отримання вуглецевого волокна. Лігнін.

Розділ 6. Властивості та області застосування вуглецевих волокнистих матеріалів. Типи вуглецевих волокон. Механічні та фізико-хімічні властивості різних типів вуглецевих волокнистих матеріалів: морфологія волокна; механічні властивості; термічні властивості; хімічні властивості; підвищення стійкості вуглецевого волокна до кисню повітря; фізичні властивості; густина вуглецевих волокон; модуль пружності; міцність; електропровідність; поверхневі властивості; оцінка теоретичної (граничної) міцності та твердості вуглецевих волокон та нитковидних кристалів; вплив газоутворюючих оксидників на вуглецеві волокна. Експериментальні методи дослідження властивостей вуглецевих волокон.

Властивості високомодульних волокон: пружні модулі волокон; міцність волокон.

Області застосування вуглецевих волокнистих матеріалів: застосування власне вуглецевих волокон; підвищення адгезії вуглецевих волокон до зв'язуючих; теплозахисні композиції; антифрикційні композиції; конструкційні композиції; області застосування композиційних матеріалів на основі вуглецевих волокон; економічні показники виробництва та застосування волокнистих матеріалів.

Розділ 7. Отримання та переробка матеріалів армованих вуглецевими волокнами. Обґрунтування вибору полімерної матриці: термореактивні смоли; термопластичні смоли. Обґрунтування вибору вуглецевих волокон та наповнювачів: вуглецеві волокна; однонаправлені препреги; тканини та перпреги на їх основі; тасьма чи плетений рукав; мата.

Розділ 8. Властивості пластмас, армованих вуглецевими волокнами. Статистична міцність: міцнісні характеристики попередньо просочених стрічок (препрегів); міцнісні характеристики тканинного вуглепластика.

Міцність від втоми: основні характеристики; вплив умов навантаження на втомні характеристики шарових пластиків. Граничні механічні характеристики: основи теорії розрахунків; характеристики крихкого руйнування. Міцність при повзучості. Стійкість до дії навколишнього середовища: епоксидні смоли; шарові пластики. Прогноз покращення характеристик вуглепластиків.

Розділ 9. Волокна на основі інших неорганічних матеріалів.

9.1. Ниткуваті кристали: принципи отримання ниткуватих кристалів («вусів»). Монокристали («вуса»): визначення; історична довідка; ріст та властивості «вусів». Отримання «вусів» відновленням солей металів, у паровій фазі, з оксидів алюмінію, з оксиду магнію. Вуса «лисиний хвіст» на поверхні вуглецевих, борних та інших неорганічних волокон. Фактори, що впливають на міцність ниткуватих кристалів («вусів»): теоретична міцність твердих тіл; максимальна міцність ниткуватих кристалів («вусів»); модуль пружності ниткуватих кристалів; вплив розмірів ниткуватих кристалів (фактор скалі) на їх міцність; міцність «вусів» та ступінь їх досконалості; вплив домішок та легування на властивості ниткуватих кристалів; вплив

температури на міцність ниткуватих кристалів; вплив поверхневих шарів та зовнішнього середовища на міцність ниткуватих кристалів. Міцність монокристалічних волокон.

9.2. Металеві волокна: методи виготовлення металевих волокон; отримання волокон волочінням; формування волокон із розтопів; отримання волокон методом спікання; переробка металевих волокон у текстильні форми; механічні властивості металевих волокон; фізичні та фізико-хімічні властивості; області застосування металевих волокон. Металічна «шерсть» і неперервні волокна. Пластмасові пресформи, армовані металічними волокнами. Ущільнювальні матеріали на основі металічних волокон. Металургія волокнистих металевих матеріалів. Области застосування металічних волокон: папір на основі металічних волокон, керамічні матеріали, армовані металічними волокнами (кермети). Оксид торію, армований металічними волокнами. Шарові матеріали на основі кераміки і важкотопких металів. Кераміка, армована важкотопкими металічними волокнами. Металокерамічні матеріали. Волокнисті кермети. Металеві композиції, що армовані металічними волокнами. Текстильна переробка металічних волокон. Ткани металеві матеріали. Трикотажні металеві матеріали. Волокна з металевими покриттями.

9.3. Волокна на основі жаростійких (важкотопких) оксидів: отримання волокон із розтопів; отримання волокон із суспензій та розчинів; отримання волокон просочуванням хімічних волокон.

9.4. Топлені кремнеземні волокна: матеріали з топлених кремнеземних волокон; неперервні топлені кремнеземні волокна; властивості та застосування; армовані пластмаси; армовані керамічні вироби; топлені кремнеземні волокна з металевим покриттям; комбіновані матеріали.

9.5. Волокна з високим вмістом силіцій(IV)оксиду. Волокно рефразил: отримання, властивості, застосування; пластмаси армовані рефразилом (астразил та астроліт); формування та механічна обробка виробів з астроліту. Інші волокна з високим вмістом силіцій(IV)оксиду; волокна мікрокварц; папір із мікрокварцу. Волокна з силікату кальцію (волластоніт).

9.6. Волокна з алюміній силікату. Волокно фایберфракс: волокниста маса; довговолокнистий матеріал; повсть (повстїна) та мата; папір; текстильні вироби; комбіновані текстильні матеріали; формовочні суміші; блоки; покриття. Інші алюмосилікатні волокна: філаментні волокна; волокна з бокситів; волокна з боровмісних порід.

9.7. Волокна з калій титанату. Волокна тайперсол: отримання волокон та виробів; застосування волокон та виробів. Армовані пластмаси.

9.8. Карбідні волокна: отримання карбідних волокон газофазним методом. Отримання карбідних волокон методом просочування хімічних волокон та наступною карбідизацією.

9.9. Борнітридне волокно. Методи отримання. Властивості.

9.10. Борне волокно: вибір процесу виготовлення; структура та мікроструктура; механічні властивості борних волокон; механічні властивості композицій.

9.11. Використання азбесту в термостійких комбінованих матеріалах. Хризотилевий азбест. Крокідолітовий азбест (блакитний). Амоситовий азбест. Комбіновані матеріали на основі азбесту та скловолокна. Композиції на основі азбестокерамічних волокон. Комбіновані матеріали на основі азбесту та металів. Комбіновані матеріали з азбесту, металічної «шерсті» та дроту. Азбестографітові композиції. Комбіновані ізоляційні матеріали із силіцій(IV)оксиду, цирконій(IV)оксиду та азбесту. Комбіновані абляційні матеріали з азбестових і поліамідних волокон. Термостійкі комбіновані матеріали на основі азбесту та флуорвуглеводнів.

10. Властивості та області застосування неорганічних жаростійких волокон. Властивості неорганічних жаростійких волокон. Полікристалічні волокна: виробництво волокон; плівковий процес виробництва волокон; екструзія волокон; морфологія, властивості та застосування неорганічних полікристалічних (жаростійких) волокон. Полікристалічні волокна з цирконій(IV)оксиду. Волокна з алюміній оксиду. Волокна з титан(IV)оксиду. Волокна на основі бору. Волокна з магній оксиду. Короткі мікротонкі волокна.

Змістовий модуль 2. Лускові та стрічкові наповнювачі. Неперервні волокнисті наповнювачі.

Розділ 1. Слюда та інші лускові наповнювачі. Стрічкові наповнювачі.

Розділ 2. Скляні волокна. Скловолокно для високоміцних композиційних матеріалів: спеціальні методи випробувань волокон; Е-скло; скло спеціального призначення; обробка поверхні; властивості скляних волокон у композиціях. Профільні скляні волокна: процес формування; композиції, армовані профільними волокнами; області застосування композицій з профільними волокнами.

Розділ 3. Базальтові волокна. Технологія отримання та властивості базальтових волокон: гірські породи України – сировина для виробництва волокон; дослідження основних властивостей розтопів гірських порід; основи технології отримання базальтових волокон та їх властивості; методи досліджень базальтових волокон та їх фізико-хімічні властивості; вплив базальтоволокнистого наповнювача та властивостей полімерної матриці на властивості композиційних матеріалів; вплив орієнтації армування на властивості базальтопластиків під час гнучких коливань.

Розділ 4. Керамічні волокна. Флуоропласти, армовані керамічним волокном. Фенопласти, армовані керамічним волокном. Застосування керамічних волокон у різних конструкціях. Волокно каовул. Керамічне волокно ІМ.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	денна форма					
	усьог	у тому числі				
1	о	л	п	лаб	інд	с.р.
	2	3	4	5	6	7
Модуль 1						
Змістовий модуль 1. Вуглецеві волокна та матеріали на їх основі.						
Тема 1. Структурні форми Карбону.	8	4		4		
Тема 2. Отримання ВВМ на основі ГЦ, ПАН та з хімічних волокон інших типів. Пеки, фенольні смоли, лігнін.	10	4				6
Тема 3. Властивості та області застосування вуглецевих волокнистих матеріалів.	8	4				4
Тема 4. Властивості пластмас, армованих вуглецевими волокнами.	10	4		4		2
Тема 5. Волокна на основі інших неорганічних матеріалів.	20	4				16
Разом за змістовим модулем 1	56	20		8		28
Змістовий модуль 2. Лускові та стрічкові наповнювачі. Неперервні волокнисті наповнювачі.						
Тема 1. Слюда та інші лускові наповнювачі. Стрічкові наповнювачі.	16	4				12
Тема 2. Скляні волокна.	16			4		12
Тема 3. Базальтові волокна.	16			4		12
Тема 4. Керамічні волокна.	16			4		12
Разом за змістовим модулем 2	64	4		12		48
Усього годин	120	24		20		76

6. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Властивості Карбону, Силіцію та їх сполук	4
2	Властивості Бору, Алюмінію та їх сполук	4
	Властивості металів	4
3	Порівняльні властивості вуглецевих та борних волокон	4
4	Порівняльні властивості скляних та базальтових волокон	4
	Разом	20

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Пеки, фенольні смоли, лігнін.	6
2	Властивості та області застосування вуглецевих волокнистих матеріалів.	4
3	Отримання та переробка матеріалів, армованих вуглецевими волокнами. Властивості пластмас.	2
4	Волокна на основі інших неорганічних матеріалів.	16
5	Слюда та інші лускові наповнювачі. Стрічкові наповнювачі.	12
6	Скляні волокна.	12
7	Базальтові волокна.	12
8	Керамічні волокна.	12
	Разом	76

9. Індивідуальні завдання

Реферати на теми:

1. Механічні та фізико-хімічні властивості різних типів вуглецевих волокнистих матеріалів.
2. Властивості високомодульних волокон: пружні модулі волокон; міцність волокон.
3. Области застосування вуглецевих волокнистих матеріалів.
4. Отримання та переробка матеріалів армованих вуглецевими волокнами.
5. Властивості пластмас, армованих вуглецевими волокнами.
6. Волокна на основі інших неорганічних матеріалів: Ниткуваті кристали.
7. Волокна на основі інших неорганічних матеріалів: Металеві волокна.
8. Волокна на основі інших неорганічних матеріалів: Волокна на основі жаростійких (важкотопких) оксидів.
9. Волокна на основі інших неорганічних матеріалів: Топлені кремнеземні волокна.
10. Волокна на основі інших неорганічних матеріалів: Волокна з високим вмістом силіцій(IV) оксиду.
11. Волокна на основі інших неорганічних матеріалів: Волокна з алюміній силікату.
12. Волокна на основі інших неорганічних матеріалів: Волокна з калій титанату.
13. Волокна на основі інших неорганічних матеріалів: Карбідні волокна.
14. Волокна на основі інших неорганічних матеріалів: Борнітридне волокно.
15. Волокна на основі інших неорганічних матеріалів: Борне волокно.
16. Волокна на основі інших неорганічних матеріалів: Використання азбесту в термостійких комбінованих матеріалах.
17. Волокна на основі інших неорганічних матеріалів: Волокна з калій титанату.
18. Властивості неорганічних жаростійких волокон.

19. Полікристалічні волокна: виробництво волокон; плівковий процес виробництва волокон; екструзія волокон; морфологія, властивості та застосування неорганічних полікристалічних (жаростійких) волокон.

10. Методи навчання:

- інформаційно-рецептивний (словесні, наочні)
- репродуктивний
- проблемний
- частково-пошуковий (евристичний)
- пошуковий (дослідницький)

(Розповідь, лекції, консультації, письмові і усні перевірки самостійної роботи студентів, лабораторні заняття, бесіда, дискусія, діалог, індивідуальний/груповий проект, презентація, ділова/рольова симуляційна гра).

11. Методи контролю

- усний контроль і самоконтроль;
- письмовий контроль (звіти до лабораторних робіт, самостійні роботи, контрольні роботи, реферати, самоконтроль та взаємоперевірка);
- лабораторно-практичний контроль;
- тестовий контроль.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	A	відмінно	зараховано
80 – 89	B	добре	
70 – 79	C		
60 – 69	D	задовільно	
50 – 59	E		
26 – 49	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0-25	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

13. Методичне забезпечення

1. Робоча програма навчальної дисципліни.
2. Навчальна програма.
3. Методичні вказівки та інструкції до лабораторних робіт.

14. Рекомендована література

Базова

1. Конкин А.А. Углеродные и другие жаростойкие волокнистые материалы. – Москва: Химия, 1974. – 376 с.
2. Наполнители для полимерных композиционных материалов: Справочное пособие / Пер. с англ. под ред. П.Г. Бабаевского. – Москва: Химия, 1981. – 736 с.
3. Современные композиционные материалы / Под ред. Л. Браутмана, Р. Крока / Пер. с англ. Г.С. Петелиной, В.Н. Грибкова, С.И. Троянова; под ред. И.Л. Светлова. – Москва: Мир, 1970. – 672 с.
4. Новые химические волокна технического назначения. – Ленинград: Химия, 1973. – 200с.: ил. (103 рис.), 104 табл. – Лит-ра 500 назв.: С. 196 – 198.
5. Углеродные волокна / С. Симамура, А. Синдо, К. Коцука и др. / Под ред. С. Симамуры / Пер. с яп. Ю.М. Товмасына; под ред. Э.С. Зеленского. – Москва: Мир, 1987. – 304 с.
6. Варшавский В.Я. Углеродные волокна. – Москва: Изд. Варшавский В.Я., 2005. – 496 с.

Допоміжна

1. Morgan P. Carbon fibers and their composites. London/Taylor and Francis, 2005. – 1166 p.
2. Папков С.П. Теоретические основы производства химических волокон. – Москва: Химия, 1990. – 390 с.
3. Устинова Т.П., Зайцева Н.Л. ПАН-волокна: технология, свойства, области применения. Саратов, 2003.
4. Волокнистые композиционные материалы / Пер. с англ. Г.С. Петелиной, И.Л. Светлова; под ред. С.З. Бокштейна. – Москва: Мир, 1967. – 284 с.
5. Базальто-волокнистые композиционные материалы и конструкции: Сборник научных трудов Института прикладных проблем механики и математики. – Киев: Наукова думка, 1980. – 244 с.
6. Карром-Порчинский Ц. Материалы будущего /Пер. с англ. под ред. Н.В. Михайлова. – Москва: Химия, 1966. – 239 с.

15. Інформаційні ресурси

<http://uk.wikipedia.org/wiki>

<http://elibrary.nubip.edu.ua>

<http://thinbook.org/book>

<http://www.chem.msu.su>

<http://chemistry-chemists.com/>

<http://www.xumuk.ru/>

<http://allchem.ru/>

Примітки:

1. Робоча програма навчальної дисципліни є нормативним документом вищого навчального закладу і містить виклад конкретного змісту навчальної дисципліни, послідовність, організаційні форми її вивчення та їх обсяг, визначає форми та засоби поточного і підсумкового контролів.

2. Розробляється лектором. Робоча програма навчальної дисципліни розглядається на засіданні кафедри, у методичній комісії факультету, інституту, підписується завідувачем кафедри, головою методичної комісії і затверджується проректором з науково-педагогічної роботи.