

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Хімія неорганічних волокон

ПРОГРАМА
навчальної дисципліни за вибором
підготовки спеціаліста
спеціальності 7.04010101 – хімія.
(Шифр за ОПІ ВС.23)

Івано-Франківськ
2017 рік

РОЗРОБЛЕНО ТА ВНЕСЕНО: Державний вищий навчальний заклад «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника»

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:

Базюк Л.В., к.ф.-м.н., доцент кафедри теоретичної та прикладної хімії.

Обговорено та рекомендовано до видання Президією Науково-методичної комісії зі спеціальності 7.04010101-хімія

(шифр і назва спеціальності)

“___” _____ 20__ р., протокол № _____

ВСТУП

Програма вивчення навчальної дисципліни за вибором “Хімія неорганічних волокон” складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки “спеціаліста” спеціальності 7.04010101– хімія.

Предметом вивчення навчальної дисципліни є фізичні та хімічні властивості вуглецевих волокон, волокон на основі інших неорганічних матеріалів, лускових, стрічкових та неперервних волокнистих наповнювачів, властивості наповнених карбопластиків речовин, способи їх одержання, взаємозв’язок між фізико-механічними властивостями наповнювача та фізико-механічними властивостями наповненого композиту, а також області їх застосування.
Міждисциплінарні зв’язки: неорганічна, аналітична, органічна, фізична хімія, кристалохімія, будова речовини, вища математика, фізика.

Програма навчальної дисципліни складається з таких змістових модулів:

1. Змістовий модуль 1. Вуглецеві волокна та матеріали на їх основі.
2. Змістовий модуль 2. Лускові та стрічкові наповнювачі. Неперервні волокнисті наповнювачі.

1. Мета та завдання навчальної дисципліни

1.1. Метою викладання навчальної дисципліни “Хімія неорганічних волокон” ознайомити з теоретичними та практичними питаннями одержання, властивостей та застосування вуглецевих волокон, волокон на основі інших неорганічних матеріалів, лускових, стрічкових та неперервних волокнистих наповнювачів, сформуванню вміння прогнозувати властивості наповнених карбопластиків.

1.2. Основними завданнями вивчення дисципліни “Хімія неорганічних волокон” є:

- * 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.

1.3. Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні:

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-механічним властивостями наповнювача та фізико-механічними властивостями наповненого композиту;
- * прогнозувати властивості наповнених карбопластиків.

На вивчення навчальної дисципліни відводиться 120 годин / 4 кредити ЄКТС.

2. Інформаційний обсяг 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 хемічних 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 скали) 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. Області 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. Ткані 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 топлени кремнеземні волокна; властивості та застосування; армовані пластмаси; армовані керамічні вироби; топлени 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 борвмісних 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.

3. 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.

4. Форма підсумкового контролю успішності навчання: екзамен (іспит)

5. Засоби діагностики успішності навчання завдання для лабораторних, практичних занять, реферати, комплекти завдань для контрольних, модульних робіт, індивідуальні завдання.

Діагностика знань студентів здійснюється з допомогою:

- 1) усних опитувань на лабораторних заняттях;
- 2) письмових контрольних робіт (рефератів);
- 3) письмових екзаменаційних завдань.

Примітки:

1. Програма нормативної навчальної дисципліни визначає місце і значення навчальної дисципліни, її загальний зміст та вимоги до знань і вмінь. Програма нормативної навчальної дисципліни є складовою державного стандарту вищої освіти. Програма вибіркової навчальної дисципліни розробляється вищим навчальним закладом.
2. Програма навчальної дисципліни розробляється на основі освітньо-професійної програми.