

Г.О. Сіренко, Л.В. Базюк

Навчальна програма поглибленого вивчення спеціального курсу «Хемія неорганічних волокон»

*Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника,
вул. Шевченка, 57, м. Івано-Франківськ, 76025, Україна*

Сіренко Г.О., Базюк Л.В. Навчальна програма поглибленого вивчення спеціального курсу «Хемія неорганічних волокон». – Методична розробка. – Івано-Франківськ: Прикарп. нац. ун-т ім. В.Стефаника, 2010. – 4 с.

Репрезентовано навчальну програму поглибленого вивчення спеціального курсу «Хемія неорганічних волокон». Програма містить розділи: вуглецеві волокна та матеріали на їх основі, лускові та стрічкові наповнювачі, неперервні волокнисті наповнювачі. Затверджено на засіданні кафедри теоретичної і прикладної хемії 31 серпня 2009 року (протокол № 1).

Навчальна програма призначена для підготовки студентів за спеціальністю «Хемія» в університетах класичного типу. Літ. джерел 8.

Ключові слова: волокна, матеріали, вуглецеві волокна, графітація, карбонізація.

Програма поступила до редакції 31.01.2011; прийнята до друку 25.02.2011.

Вступ

Проблеми стійкості матеріалів під час дії високих температур. Термостійкість і теплостійкість. Теплоізоляція. Армвані пластичні матеріали. Комбіновані матеріали.

I. Вуглецеві волокна та матеріали на їх основі

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

2. Отримання вуглецевих волокнистих матеріалів на основі целюлози. 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-хемічні процеси піролізу; піроліз різних типів целюлози; механізм піролізу целюлози; структурно-хемічні 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-хемічні процеси карбонізації; зміна

властивостей волокна при карбонізації; умови проведення процесу карбонізації.

Закономірності процесу та основні умови графітації вуглецевого волокна: фізико-хемічні 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.

3. Отримання вуглецевих волокнистих матеріалів на основі поліакрилонітрильного волокна (ПАН-волокна). Вимоги до вихідного ПАН-волокна. Термічна та оксидційна деструкція поліакрилонітрилу: фізико-хемічні процеси, що протікають при деструкції ПАН-волокна; фактори, що впливають на циклізацію поліакрилонітрилу; продукти розкладу поліакрилонітрилу; основні умови оксидції ПАН-волокна; витягування ПАН-волокна в процесі оксидції.

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

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

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

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.

6. Властивості та області застосування вуглецевих волокнистих матеріалів. Типи вуглецевих волокон. Механічні та фізико-хемічні властивості різних типів вуглецевих волокнистих матеріалів: морфологія волокна; механічні властивості; термічні властивості; хемічні 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.

7. Отримання та переробка матеріалів армованих вуглецевими волокнами. Обґрунтування вибору полімерної матриці: терморективні смоли; термопластичні смоли. Обґрунтування вибору вуглецевих волокон та наповнювачів: вуглецеві волокна; однонаправлені препреги; тканини та препреги на їх основі; тасьма (тасьма, торочка, жічка) чи плетений рукав; мата.

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

Міцність від втомі: 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.

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-хемічні 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 хемічних 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 (воластоніт).

9.6. *Волокна з алюміній силікату.* Волокно фایберфракс: волокниста маса; довговолонистий 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 хемічних 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.

II. Лускові та стрічкові наповнювачі

Слюда та інші лускові наповнювачі. Стрічкові наповнювачі.

III. Неперервні волокнисті наповнювачі

1. **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.

2. **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-хемічні властивості; вплив базальтоволокнистого наповнювача та властивостей полімерної матриці на властивості композиційних матеріалів; вплив орієнтації армування на властивості базальтопластиків під час гнучких коливань.

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

Використані джерела інформації

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. Грибова, 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. **Волокнистые композиционные материалы** / Пер. с англ. Г.С. Петелиной, И.Л. Светлова; под ред. С.З. Бокштейна. – Москва: Мир, 1967. – 284 с.
6. **Базальто-волокнистые композиционные материалы и конструкции**: Сборник научных трудов Института прикладных проблем механики и математики. – Киев: Наукова думка, 1980. – 244 с.
7. **Карром-Порчинский Ц.** Материалы будущего /Пер. с англ. под ред. Н.В. Михайлова. – Москва: Химия, 1966. – 239 с.
8. **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.

Укладачі:

Сіренко Г.О. – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри неорганічної та фізичної хемії.

Базюк Л.В. – викладач кафедри неорганічної та фізичної хемії.

Рецензент

Мідак Л.Я. – кандидат хімічних наук, доцент кафедри неорганічної та фізичної хемії Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника.