



Міністерство освіти і науки України

ОДЕСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА ТА АРХІТЕКТУРИ

Будівельно-технологічний інститут
Кафедра хімії та екології

СИЛАБУС освітнього компонента **ОК 5**

Фізико-хімічні процеси в адитивних технологіях

Освітній рівень	другий (магістерський)	
Програма навчання	Обов'язкова	
Галузь знань	19	Архітектура та будівництво
Спеціальність	192	Будівництво та цивільна інженерія
Освітня програма	Адитивні технології	
Обсяг дисципліни	4 кредити ECTS (120 академічних годин)	
Види аудиторних занять	лекції, лабораторні заняття	
Індивідуальні та (або) групові завдання	розрахунково-графічна робота	
Форми семестрового контролю	іспит	

Викладачі:

Колесников Андрій Валерійович,
к.т.н., доцент кафедри хімії та екології,
kolesnikov_himek@ogasa.org.ua

В процесі вивчення даної дисципліни студенти **ЗНАЙОМЛЯТЬСЯ З ОСНОВНИМИ ФІЗИЧНИМИ ЕФЕКТАМИ ТА ЯВИЩАМИ, ЩО ВІДБУВАЮТЬСЯ В МАТЕРІАЛАХ ПРИ АДИТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЯХ.**

Наприклад: вміння описувати властивості і особливості застосування високомолекулярних речовин на основі їх будови, застосовувати знання про шкідливі і небезпечні властивості речовин при роботі з ним.

Передумовами для вивчення дисципліни є набуття теоретичних знань та практичних навичок за такими дисциплінами:

- Хімія;
- Фізика;
- Будівельне матеріалознавство.

Програмні результати навчання

ПРН 3. Знати та вміти використовувати знання фундаментальних наук, що лежать в основі відповідної спеціалізації матеріалознавства, на рівні, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми

ПРН 5. Акцентовано формулювати думку в усній і письмовій формі державною та іноземною мовою

ПРН 6. Розуміти будову металевих, неметалевих, композиційних та функціональних матеріалів та обирати оптимальні методи модифікації їх властивостей

ПРН 7. Використовувати експериментальні методи дослідження структурних, фізико-механічних, електрофізичних, магнітних, оптичних і технологічних властивостей матеріалів

ПРН 15. Уміти використовувати базові методи аналізу речовин, матеріалів та відповідних процесів з коректною інтерпретацією результатів

ПРН 19. Знання основних технологій виготовлення, оброблення, випробування матеріалів та умов їх застосування

Диференційовані результати навчання

знати:

- основні фізико-хімічні властивості матеріалів, застосовуваних в адитивних технологіях
- принципи встановлення зв'язку «молекулярна (первинна) структура – вторинна структура – фізичні властивості полімерних матеріалів»;
- особливості агрегатних та фазових станів полімерів та фізичних переходів між ними
- характер залежності міцності та інших характеристик від навантаження та температури.

володіти:

- методами аналізу структури матеріалів за їхніми зображеннями;
- методами визначення в'язкості, осмотичного тиску, характеристик розсіяння світла розчинів полімерів;
- основними уявленнями про види ізомерії високомолекулярних сполук та їхнього зв'язку з фізичними властивостями

вміти:

- відображати молекулярну та вторинну структуру високомолекулярних сполук;
- вираховувати числові характеристики полімерів – середню ступінь полімеризації, молекулярно-масовий розподіл;
- передбачати характеристики високомолекулярних сполук, які одержані різними методами;
- прогнозувати стійкість полі мерів до термічного, фотохімічного та механічного впливу за його структурою.

ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва тем	Кількість годин			
		лекції	практ	лаб	самост
1	Особливості композиційних матеріалів, що використовуються в адитивних технологіях. Органічні та неорганічні полімери	2		4	6
2	Полімерні композиційні матеріали. Склад, структура, властивості	2		4	6
3	Методи отримання полімерних матеріалів. Полімерізація	2			6
4	Методи отримання полімерних матеріалів. Поліконденсація.	2			6
5	Хімічна модифікація полімерів. Основні закономірності хімічної модифікації	2			6
6	Фізичні властивості полімерних композиційних матеріалів	2		2	6
7	Фазові та фізичні стани полімерів. Зміни стану полімерних композиційних матеріалів	2			6
8	Фізико-хімічні механізми деструкція полімерів та композиційних матеріалів	2		4	6
9	Композиційні матеріали на неорганічній основі	2		2	6
10	Основні фізико-механічні властивості композиційних матеріалів	2		4	6
11	Особливості фізико-хімічних ефектів на межі розподілу фаз	2		4	6
12	Приклади використання композиційних матеріалів для вирішення конкретних технологічних завдань	2			6
	Всього	24		24	72

Критерії оцінювання та засоби діагностики

Мінімальний рівень оцінювання щодо отримання «іспиту» за навчальною дисципліною «**Фізико-хімічні ефекти і явища в адитивних технологіях**» складає 60 балів і може бути досягнений наступними засобами оцінювання:

Засоби оцінювання		Мінімальна кількість балів	Максимальна кількість балів
Вид контролю	Кількість у семестрі		
Розрахунково-графічна робота	1	16	24
Лабораторні роботи (виконання та захист)	9	20	36
Підсумковий (семестровий) контроль знань	1	24	40
Всього		60	100

З дисципліни передбачено виконання **розрахунково-графічної роботи**.

Розрахунково-графічна робота з курсу складається з практичних завдань та задач за темами «Графічна обробка зображень структури матеріалу». Методичні рекомендації до виконання РГР [4]. Розроблено 20 варіантів завдань. При розв'язанні задач обов'язковим є представлення висновків щодо результатів розрахунків.

Перелік питань до іспиту

1. Основні відмінності полімерів від низькомолекулярних сполук.
2. Молекулярна маса (ММ) та полідисперсність. Молекулярно-масовий розподіл (ММР). Залежність властивостей полімерів від ММ та ММР.

3. Структура та класифікація полімерів. Визначення полімеру, елементарної ланки, ступеня полімеризації. Органічні, неорганічні та гомо- , і гетероцепні полімери.
4. Лінійні, розгалужені, сітчасті полімери. Регулярні та нерегулярні полімери. Терморезистивні та термопластичні полімери.
5. Конфігурація макромолекули та конфігураційна ізомерія. Стереорегулярні полімери. Цис -транс ізомерія.
6. Характеристика та сфери застосування найважливіших представників різних класів полімерів.
7. Особливості застосування полімерів різних видів для адитивного виробництва.
8. Конформаційна ізомерія та конформація макромолекули.
9. Внутрішньомолекулярне обертання та гнучкість макромолекули. Зв'язок гнучкості (жорсткості) макромолекул зі своїми хімічним будовою: чинники, що впливають на гнучкість реальних ланцюгів.
10. Розчини полімерів та їх відмінність від розчинів низькомолекулярних сполук.
11. Фазові діаграми систем полімер-розчинник. Критичні температури розчинення.
12. Застосування розчинів полімерів у адитивному виробництві.
13. Осмометрія як засіб визначення середньочислових молекулярних мас.
14. В'язкість розведених розчинів полімерів. Абсолютна, відносна, наведена в'язкість полімерних розчинів. Поняття про характеристичну в'язкість, її зв'язок із молекулярною масою.
15. Седиментація макромолекул (ультрацентрифугування). Гель-проникаюча хроматографія. Визначення молекулярних мас полімерів.
16. Фізико-хімічні основи фракціонування, що ґрунтуються на залежності розчинності полімерів від молекулярної маси.
17. Кількісні характеристики термодинамічної якості розчинника.
18. Термодинамічні критерії розчинності полімерів.
19. Особливості реологічних властивостей концентрованих розчинів.
20. Надмолекулярні структури в аморфних та кристалічних полімерах.
21. Високоеластичний стан. Термомеханічна крива.
22. Уявлення про оптимальний набір структурно-механічних властивостей в адитивному виробництві.
23. Гнучкість молекулярних ланцюгів та причини її виникнення.
24. Вплив міжмолекулярної взаємодії на гнучкість полімерних ланцюгів.
25. Агрегатний, фазовий та фізичні стани полімеру. Чинники, що впливають на температуру крихкості, склювання, плинності.
26. Склоподібний стан. Способи визначення температури склювання.
27. Релаксаційні явища у полімерах. Релаксація напруги.
28. Повзучість , пружний гістерезис, механічні втрати при деформації.
29. Міцність полімерів. Теоретична та технічна міцність, довговічність. Механізми руйнування.
30. Вплив фізичного стану полімеру та умов випробування на міцність та характер руйнування.
31. Методи дослідження структури полімерів: подвійне променезаломлення електронна мікроскопія, рентгеноструктурний аналіз.
32. Визначення середньочислової . середньовісової маси та полідисперсності полімеру. ММР.
33. Пластифікація полімерів: обґрунтування вибору та необхідність введення пластифікатора, кількісні обмеження.

34. В'язкотекучий стан. Особливості полімерних рідин.
35. Реологія розплавів полімерів. Крива течії розплаву полімеру. Вплив різних факторів на в'язкість полімеру.
36. Фізичні переходи у високомолекулярних сполуках та їхнє застосування в адитивному виробництві.
37. Поняття кристалічний полімер, що кристалізується. Пригнічення кристалізації.
38. Кристалізація в полімерах. Ступінь кристалізації. Чинники, що впливають на процес кристалізації.
39. Методи механічних випробувань полімерних матеріалів. Модуль пружності під час розтягування. Модуль пружності при згинанні. Випробування на зносостійкість. Випробування на твердість. Випробування на міцність під час удару. Ударна міцність.
40. Динамічна втома, закономірності руйнування полімерів за умов багаторазових деформацій.
41. Реологічні випробування полімерів, в'язкість, індекс розплаву, динамічні випробування.
42. Класифікація методів синтезу полімерів. Основні мономерні, вимоги до мономерів.
43. Механізм радикальної полімеризації.
44. Механізм радикальної кополімеризації ..
45. Вплив різних чинників процесу радикальної полімеризації.
46. Іонна полімеризація. Катіонна полімеризація: ініціювання, зростання та обрив ланцюга.
47. Аніонна полімеризація: ініціювання, зростання та обрив ланцюга.
48. Аніонна полімеризація. Каталізатори та мономерні, що використовуються в аніонній полімеризації. Елементарні стадії.
49. Іонно-координаційна полімеризація. Комплексні каталізатори Циглера-Натта.
50. Способи одержання стереорегулярних полімерів. Які каталізатори використовуються з цією метою.
51. Ступінчаста полімеризація. На відміну від ланцюгових реакцій. Залежність ступеня полімеризації від глибини перетворення функціональних груп.
52. Поліконденсація як ступінчастий процес. Стадії синтезу полімеру.
53. Хімічні реакції полімерів. Особливості хімічних реакцій полімерів. Полімераналогічні та внутрішньомолекулярні реакції полімерів.
54. Деструкція полімерів під впливом хімічних та фізичних впливів. Ланцюгова деструкція. Поняття про стабілізацію полімерів.
55. Окислення насичених та ненасичених полімерів.
56. Вплив структури полімеру на швидкість старіння. Чинники, що прискорюють старіння полімерів.
57. Зміна властивостей полімерних матеріалів у процесі вулканізації. Параметри вулканізаційної сітки.
58. Формування сітківки полімерів на прикладі епоксидної смоли.
59. Способи проведення поліконденсації: у розплаві, розчині та на межі розділу фаз.
60. Методи проведення полімеризації.

Підсумковий контроль знань проводиться для студентів, що не змогли з будь яких причин набрати необхідну кількість балів, або для студентів, що бажають збільшити вже набрану кількість балів. Підсумковий контроль знань здійснюється у вигляді усної бесіди з викладачем (комісією викладачів) по тематиці навчальної дисципліни.

Інформаційне забезпечення

Основна література

1. Heilbronner R., Barrett S. Image Analysis in Earth Sciences. Microstructures and Textures of Earth Material. Springer, 2018. 520 p.
2. Шкуро, А. Е. Кривоногов П. С. Технології й матеріали 3D-друку: навч. посібник. Єкатеринбург, 2017. 99 с.
3. Андрошук Г.О. Адитивні технології: перспективи і проблеми 3D-друку (II частина). Наука, технології, інновації. 2018. № 2 (2). С. 29-36.
4. Семенова С.В., Колесников А.В., Кириленко Г.А. Методичні рекомендації до виконання РГР з дисципліни «Фізичні ефекти та явища в адитивних технологіях» для студентів освітньо-професійної програми Адитивні технології за спеціальністю 192 Будівництво та цивільна інженерія Освітній рівень – другий (магістерський). Одеса: вид-во ОДАБА. 2022. 67с.
5. Энрике Канесса, Карло Фонда, Марко Дзеннаро. Доступная 3D печать: для науки, образования и устойчивого развития. МЦТФ. 2018. 194с.

Допоміжна література

6. Волинський А.А., Бакеев Н.Ф. Структурна самоорганізація аморфних полімерів. М., 2005. 232 с.
7. Волинський А.А., Бакеев Н.Ф. Особливості ефекту Ребіндера в полімерах, Фізикохімія поверхні та захист матеріалів. 2013. Т. 49, № 5. С. 451-470.
8. Тагер А.А. Фізико-хімія полімерів. М., 1998. 544 с.
9. Торопцева А.М., Білогородська К.В., Бондаренко В.М. Лабораторний практикум з хімії та технології високомолекулярних сполук. Л., 1992. 416 с.
10. Зімон, А.Д., Лещенко Н.Ф. Колоїдна хімія: підручник. Вид. 3-тє, доп. та виправл. М., 2001. 320 с.
11. Волків, В.А. Колоїдна хімія. Поверхневі явища і дисперсні системи. М., 2001.
12. Волинський А.А., Бакеев Н.Ф. Структурна самоорганізація аморфних полімерів. М., 2005. 232 с.
13. Кларк Е.Р., Еберхард К.М. Мікроскопічні методи дослідження матеріалів. М., 2007. 376 с.
14. Sawyer L., Grubb D.T., Meyers G.F. Polymer Microscopy. Springer ebook collection. Chemistry and Materials Science 2005-2008, Springer Science & Business Media, 2008. 540 p.
15. Volynskii A.L., Bakeev N.F. Solvent Crazing of Polymers. Amsterdam, 1996. 410 p.
16. Sawyer L., Grubb D. T., Meyers G. F., Polymer Microscopy / Springer ebook collection / Chemistry and Materials Science 2005-2008, Springer Science & Business Media, 2008, ISBN0387726284, 540 p.
17. Michler G. H. Electron Microscopy of Polymers. 1 ed., Springer Laboratory, 2008. 473 p.
18. Curson A. D., Hemsley D. A. Applied Polymer Light Microscopy. 1 ed., Springer Netherlands, 1989. 282 p.
19. Michler G. H. Electron Microscopy of Polymers. 1 ed., Springer Laboratory, 2008. 473 p.
20. Heilbronner R., Barrett S. Image Analysis in Earth Sciences. Springer, 2014. 520p.
21. Конюхів А.Л., Керівництво до використання програмного комплексу Imagej для обробки зображень: навчальний методичний посібник. Томськ, 2012. 105с.

22. Кларк С. Р., Эберхард К. Н. Микроскопичні методи дослідження матеріалів. Москва, 2007. 376 с.
23. Scion Image for Windows. Manual Guide. Scion corp, 2000. 107 с.
24. Филимонова Н.І., Кольцов Б.Б.. Методи дослідження мікроелектронних і наноелектронних матеріалів і структур. Скануюча зондова микроскопія: навч. пос. Новосибірськ, 2013. 134 с.
25. Хлесткин В.К., Эрст Т.В. Практичний посібник з оцінки морфології гранул картопляного крохмалю методом микроскопування. Вавіловський журнал генетики й селекції. 2017. 21 (6). С. 728-734.
26. Marcia G. Bjørnerud Brianboyer Image analysis in structural geology using NIH image Computer Methods in the Geosciences. Vol.15. 1996, P. 105-121.
27. Вундерлих Б. Фізика макромолекул. Кристалічна структура, морфологія, дефекти. М., 1976. 311 с.
28. Hu, W. Polymer Physics: a Molecular approach. Wein. 2013. 248 p.
29. Passaglia E., Phys. J. Chem. Solids. 1987. V. 48, № 11. P. 1075.
30. Kambour R.P., Polym. J. Sci., Macromol. Rev. 1973. V. 7. P. 1-73.
31. Passaglia E., Phys. J. Chem. Solids. 1987. V. 48, № 11. P.1075-1100.