

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«Теоретичні основи використання полімерних та композитних матеріалів у машинобудуванні»



Ступінь освіти	Доктор філософії
Галузь знань	G Інженерія, виробництво та будівництво
Спеціальність	G8 Матеріалознавство G9 Прикладна механіка G11 Машинобудування
Тривалість викладання	5, 6, 7 чверті
Заняття:	Осінній та весняний семестр
лекції:	2 години
практичні заняття	1 година
Мова викладання	українська

Сторінка курсу в СДО НТУ «ДП»: <https://do.nmu.org.ua/course/view.php?id=5832>
 Кафедра, що викладає: Інжинірингу та дизайну в машинобудуванні



Кухар Віктор Юрійович, доцент кафедри інжинірингу та дизайну в машинобудуванні, канд.техн.наук

Персональна сторінка:

<http://gmi.nmu.org.ua/ua/kadrj/kuhar/kuhar.php>

E-mail: kukhar.v.yu@nmu.one

1. Анотація до курсу

Наразі для майбутніх дослідників України актуальним становить вивчення теоретичних основ та практичних навичок використання полімерних та композитних матеріалів у галузевому машинобудуванні.

У межах курсу будуть вивчатись класифікація та основні види машинобудівних полімерних та композитних матеріалів, їх фізико-механічні та технологічні властивості, теоретичні основи роботи матеріалів та деталей, виготовлених з них, під дією статичних та динамічних навантажень, зміни

властивостей матеріалів під впливом часу, навантажень та інших зовнішніх впливів, теоретичні основи розробки та виготовлення машинобудівних деталей з полімерних та композитних матеріалів.

2. Мета та завдання курсу

Мета дисципліни – формування компетентностей щодо теоретичних основ використання полімерних та композитних матеріалів у галузевому машинобудуванні, їх можливих галузей застосування, фізико-механічних та технологічних властивостей, принципів призначення відповідно умовам використання матеріалів, технологій виготовлення, складання, ремонту та відновлення машинобудівних елементів з композитних та полімерних матеріалів.

Завдання курсу:

- ознайомити здобувачів вищої освіти з видами машинобудівних полімерних та композитних матеріалів, їх властивостями та галузями їх використання;
- надати теоретичні відомості щодо особливостей розрахунків, проектування та виготовлення машинобудівних деталей з полімерних та композитних матеріалів;
- ознайомити з теоретичними основами особливостей роботи машинобудівних деталей з полімерних та композитних матеріалів під дією різних навантажень та зовнішніх умов експлуатації.

3. Результати навчання

Знати основні інженерні полімерні та композитні матеріали, їх властивості та раціональні галузі використання, вміти призначати види та марки полімерних та композитних матеріалів, відповідні умовам експлуатації та технічним вимогам до виробів машинобудування, знати теоретичні засади використання полімерних та композитних матеріалів під дією різних зовнішніх впливів та їх комбінацій, вміти прогнозувати зміни фізико-механічні властивості полімерних та композитних матеріалів під впливом часу та зовнішніх умов експлуатації, вміти проектувати та розробляти деталі та вироби полімерних та композитних матеріалів, вміти призначати способи виготовлення композитних матеріалів, застосовувати відповідні способи виготовлення, складання, експлуатації та відновлення машинобудівних елементів з композитних та полімерних матеріалів, використовувати теоретичні знання стосовно полімерних та композитних матеріалів при виконанні дослідницьких робіт та реалізації їх результатів в галузевому машинобудуванні.

4 Структура курсу

ЛЕКЦІЇ

1. Загальні відомості про полімерні та композитні матеріали

Передмова. Призначення курсу. Застосування досягнутих результатів навчання у професійній діяльності дослідника

Загальна класифікація полімерних та композитних матеріалів

Загальні відомості щодо галузей застосування полімерних та композитних матеріалів у галузевому машинобудуванні

2. Полімери та пластмаси. Загальні відомості

Полімери. Основні поняття. Класифікація

Пластмаси. Термопласти та реактопласти

Наповнювачі

Пластифікатори

Смазки та реологічні добавки

Пігменти та фарбники

Стабілізатори та інгібітори

Затверджувачі

Антистатики та антисептики

3 Фторопласти

Основні відомості щодо будови та структури фторопластів

Виробництво, переробка та утилізація фторопластів

Основні види фторопластів

Фізичні та механічні властивості фторопластів

Технічні та технологічні властивості фторопластів

Хімічна стійкість та стійкість до інших зовнішніх чинників

Маркування, сортамент фторопластів та їх позначення на конструкторських документах

Використання фторопластів у машинобудуванні

4 Поліаміди

Основні відомості щодо будови та структури поліамідів

Виробництво, переробка та утилізація поліамідів

Основні види поліамідів

Фізичні та механічні властивості поліамідів

Технічні та технологічні властивості поліамідів

Хімічна стійкість та стійкість до інших зовнішніх чинників

Маркування, сортамент поліамідів та їх позначення на конструкторських документах

Використання поліамідів у машинобудуванні

5 Поліетилени

Основні відомості щодо будови та структури

Виробництво, переробка та утилізація

Основні види

Фізичні та механічні властивості

Технічні та технологічні властивості

Хімічна стійкість та стійкість до інших зовнішніх чинників

Маркування, сортамент та їх позначення на конструкторських документах

Використання у машинобудуванні

6 Поліпропілени

Основні відомості щодо будови та структури

Виробництво, переробка та утилізація

Основні види

Фізичні та механічні властивості

Технічні та технологічні властивості

Хімічна стійкість та стійкість до інших зовнішніх чинників

Маркування, сортамент та їх позначення на конструкторських документах
Використання у машинобудуванні

7 Полістироли

Основні відомості щодо будови та структури
Виробництво, переробка та утилізація
Основні види
Фізичні та механічні властивості
Технічні та технологічні властивості
Хімічна стійкість та стійкість до інших зовнішніх чинників
Маркування, сортамент та їх позначення на конструкторських документах
Використання у машинобудуванні

8 Еластомери

Основні відомості щодо будови та структури
Виробництво, переробка та утилізація
Основні види
Фізичні та механічні властивості
Технічні та технологічні властивості
Хімічна стійкість та стійкість до інших зовнішніх чинників
Маркування, сортамент та їх позначення на конструкторських документах
Використання у машинобудуванні

9 Гуми

Основні відомості щодо будови та структури
Виробництво, переробка та утилізація
Основні види
Фізичні та механічні властивості
Технічні та технологічні властивості
Хімічна стійкість та стійкість до інших зовнішніх чинників
Маркування, сортамент та їх позначення на конструкторських документах
Використання у машинобудуванні

10 Фенольні, карбамідні та інші смоли та матеріали на їх основі

Основні відомості щодо будови та структури
Виробництво, переробка та утилізація
Основні види
Фізичні та механічні властивості
Технічні та технологічні властивості
Хімічна стійкість та стійкість до інших зовнішніх чинників
Маркування, сортамент та їх позначення на конструкторських документах
Використання у машинобудуванні

11 Епоксидні смоли та матеріали на їх основі

Основні відомості щодо будови та структури
Виробництво, переробка та утилізація
Основні види
Фізичні та механічні властивості
Технічні та технологічні властивості
Хімічна стійкість та стійкість до інших зовнішніх чинників
Маркування, сортамент та їх позначення на конструкторських документах
Використання у машинобудуванні

12 Металеві композитні матеріали

Основні відомості щодо будови та структури
Виробництво, переробка та утилізація
Основні види

Фізичні та механічні властивості
 Технічні та технологічні властивості
 Хімічна стійкість та стійкість до інших зовнішніх чинників
 Маркування, сортамент та їх позначення на конструкторських документах
 Використання у машинобудуванні

13 Керамічні композитні матеріали

Основні відомості щодо будови та структури
 Виробництво, переробка та утилізація
 Основні види
 Фізичні та механічні властивості
 Технічні та технологічні властивості
 Хімічна стійкість та стійкість до інших зовнішніх чинників
 Маркування, сортамент та їх позначення на конструкторських документах
 Використання у машинобудуванні

14 Полімерні композитні матеріали

Основні відомості щодо будови та структури
 Виробництво, переробка та утилізація
 Основні види
 Фізичні та механічні властивості
 Технічні та технологічні властивості
 Хімічна стійкість та стійкість до інших зовнішніх чинників
 Маркування, сортамент та їх позначення на конструкторських документах
 Використання у машинобудуванні

15 Вуглецеві композитні матеріали

Основні відомості щодо будови та структури
 Виробництво, переробка та утилізація
 Основні види
 Фізичні та механічні властивості
 Технічні та технологічні властивості
 Хімічна стійкість та стійкість до інших зовнішніх чинників
 Маркування, сортамент та їх позначення на конструкторських документах
 Використання у машинобудуванні

16 Основи міцності полімерів

Загальні відомості про міцність полімерів
 В'язкопружність і релаксація полімерів
 Довговічність полімерів
 Міцність і деформованість полімерів у статичних умовах
 Міцність полімерів у динамічних умовах

17 Вплив умов експлуатації на міцність полімерних матеріалів

Температура навколишнього середовища
 Вологість
 Агресивні середовища
 Радіаційна стійкість
 Ультрафіолетове опромінення
 Способи захисту полімерів від впливу зовнішніх умов

18 Руїнування композитних матеріалів

Розтягнення
 Стиснення
 Фізико-хімічна сутність міцності композиційних матеріалів
 Підвищення адгезії між складовими композитних матеріалів за рахунок модифікації наповнювача

19 Статика полімерних та композитних типових деталей

Стрижні круглі та некруглі
 Консоли
 Балки
 Круглі та некруглі тонкостінні оболонки
 Концентратори **напруги**

20 З'єднання полімерів, композитів і металів

Болтові та заклепувальні з'єднання із полімерів
 Замкові з'єднання полімерів
 З'єднання зварюванням полімерів
 З'єднання склеюванням полімерів
 Класифікація з'єднань деталей з композиційних матеріалів
 Клейові з'єднання композитних матеріалів
 Формувальні з'єднання композитних матеріалів
 Зварні з'єднання композитних матеріалів
 Різьбові з'єднання композитних матеріалів
 Самозаклинювальні з'єднання композитних матеріалів
 Зшивні та голчасті з'єднання композитних матеріалів
 Комбіновані з'єднання композитних матеріалів
 Механізми руйнування механічних з'єднань композитних матеріалів
 Загальні рекомендації під час проектування клейових з'єднань композитних матеріалів

21 Основи проектування полімерних деталей

Розробка конструкції деталей із полімерних матеріалів
 Конструкція ливарної деталі з полімерних матеріалів
 Елементи жорсткості
 Отвори та заглиблення
 Технологічні ухили
 Граничні габарити і товщина виробів

22 Основи механічної обробки полімерів та композитів

Закономірності процесу різання полімерів
 Розрізання полімерів
 Точіння полімерів
 Свердління полімерів
 Фрезерування полімерів
 Нарізування різьблення у полімерах
 Абразивна обробка полімерів
 Механічна обробка композиційних матеріалів
 Якість поверхні при обробці композитів
 Точіння виробів з композитів
 Свердління виробів із композитів
 Фрезерування виробів із композитів
 Алмазно-абразивна обробка виробів із композитів
 Розрізання виробів із композитів

23 Полімерні та композитні матеріали у технологіях 3D – друку

Загальні відомості щодо 3D друку
 Переваги та недоліки виготовлення деталей методами 3D-друку
 Процес 3D-друку
 Класифікація технологій 3D-друку
 Групи матеріалів для 3D-друку
 Витратні матеріали для 3D-друку методом пошарового наплавлення
 Точність забезпечення розмірів деталей при 3D-друці
 Шорсткості поверхонь 3D друкованих деталей

Механічні властивості матеріалів у 3D друкованих деталях

ПРАКТИЧНІ РОБОТИ

ТОВПКММ-1. Розрахунок та проектування виробів з полімерних (композитних) матеріалів

ТОВПКММ-1.1. Розробка технічних вимог до деталей з полімерних (композитних) матеріалів для конкретних умов експлуатації

ТОВПКММ-1.2. Обґрунтування та вибір типу та марки полімерних (композитних) матеріалів

ТОВПКММ-1.3. Розрахунок та проектування деталей з полімерних (композитних) матеріалів

ТОВПКММ-1.4. Обґрунтування та розробка технології виготовлення деталей з полімерних (композитних) матеріалів

5. Технічне обладнання та/або програмне забезпечення

Використовується обладнання лабораторій і полігону кафедри інжинірингу та дизайну в машинобудуванні, мультимедійне обладнання кафедри, дистанційна платформа Moodle, спеціалізоване програмне забезпечення.

6 Система оцінювання та вимоги

6.1. Навчальні досягнення здобувачів вищої освіти за результатами вивчення курсу оцінюватимуться за шкалою, що наведена нижче:

Рейтингова шкала	Інституційна шкала
90 – 100	відмінно
74-89	добре
60-73	задовільно
0-59	незадовільно

6.2. Здобувачі вищої освіти можуть отримати **підсумкову оцінку** з навчальної дисципліни на підставі поточного оцінювання знань за умови, якщо набрана кількість балів з поточного тестування та самостійної роботи складатиме не менше 60 балів.

Максимальне оцінювання

Теоретична частина	Практична робота	Бонус	Разом
60	35	5	100

Теоретична частина оцінюється за результатами здачі контрольної тестової роботи, яка містить 10 теоретичних завдань.

Практичні роботи оцінюються за результатами виконання завдання та захисту практичної роботи, оформленої згідно вимог.

6.3. Критерії оцінювання теоретичної частини

10 тестових завдань з чотирма варіантами відповідей, **1** правильна відповідь оцінюється у **6 балів (разом 60 балів)**. Опитування за тестом проводиться з використанням технології Microsoft Forms Office 365.

6.4. Критерії оцінювання практичної роботи

Практична робота оцінюється в балах від 35 (максимальна оцінка) до 0 (мінімальна оцінка), максимальна оцінка за практичну роботу 35 балів. При цьому критерії оцінювання практичної роботи:

- **35 балів** – робота виконана повністю, вірно, оформлена згідно вимог до звіту;
- **30 бали** – робота виконана повністю, вірно, звіт з роботи містить відхилення від вимог до звіту;
- **20 бали** – робота виконана неповністю, суттєві відхилення від вимог до оформлення звіту;
- **10 бали** – робота виконана фрагментарно;
- **0 балів** – робота не виконана, звіт з роботи не представлений.

7 Політика курсу

7.1. Політика щодо академічної доброчесності

Академічна доброчесність здобувачів вищої освіти є важливою умовою для опанування результатами навчання за дисципліною і отримання задовільної оцінки з поточного та підсумкового контролів. Академічна доброчесність базується на засудженні практик списування (виконання письмових робіт із залученням зовнішніх джерел інформації, крім дозволених для використання), плагіату (відтворення опублікованих текстів інших авторів без зазначення авторства), фабрикації (вигадування даних чи фактів, що використовуються в освітньому процесі). Політика щодо академічної доброчесності регламентується положенням "Положення про систему запобігання та виявлення плагіату у Національному технічному університеті "Дніпровська політехніка". <http://surl.li/alvis>.

У разі порушення здобувачем вищої освіти академічної доброчесності (списування, плагіат, фабрикація), робота оцінюється незадовільно та має бути виконана повторно. При цьому викладач залишає за собою право змінити тему завдання.

7.2. Комунікативна політика

Здобувачі вищої освіти повинні мати активовану університетську пошту.

Усі письмові запитання до викладачів стосовно курсу мають надсилатися на університетську електронну пошту.

7.3. Політика щодо перескладання

Роботи, які здаються із порушенням термінів без поважних причин оцінюються на нижчу оцінку. Перескладання відбувається із дозволу деканату за наявності поважних причин (наприклад, лікарняний).

7.4 Політика щодо оскарження оцінювання

Якщо здобувач вищої освіти не згоден з оцінюванням його знань, він може опротестувати виставлену викладачем оцінку у встановленому порядку.

7.5. Відвідування занять

Для здобувачів вищої освіти денної форми відвідування занять є обов'язковим. Поважними причинами для неявки на заняття є хвороба, участь в університетських заходах, академічна мобільність, які необхідно підтверджувати документами. Про відсутність на занятті та причини відсутності здобувач вищої освіти має повідомити викладача або особисто.

За об'єктивних причин (наприклад, міжнародна мобільність) навчання може відбуватись в он-лайн формі за погодженням з керівником курсу.

7.9. Бонуси

Бонус призначається за додаткові знання здобувача, оформлені у вигляді реферату об'ємом не менше 10 сторінок. Повинна бути викладена інформація щодо планування дослідних випробувань технологічного устаткування, проведення дослідних випробувань робочих органів машин на лабораторних стендах чи в промислових умовах, комп'ютерної обробки результатів експериментальних досліджень робочих процесів технологічного устаткування, що реалізовано машиною або комплексом які не приведені в даному курсі.

Кінцева оцінка за курсом виставляється як сума балів, набраних здобувачем вищої освіти при виконанні теоретичних тестових завдань, практичної роботи.

8 Рекомендовані джерела інформації

1. Кухар В.Ю. Теоретичні основи використання полімерних та композитних матеріалів у машинобудуванні. Конспект лекцій. Електронний ресурс. URL: <https://do.nmu.org.ua/course/view.php?id=5832>. (Дата звернення 10.09.2024).

2. Заболотний К.С. Технологія виготовлення композитного фенол-капронового футерування барабанів шахтових підймальних машин / К.С. Заболотний, В.Ю. Кухар, О.В. Панченко. - Збірник наукових праць НГУ. 2023. № 75. С. 136-147. <https://doi.org/10.33271/crpnmu/75.136>.

3. Заболотний К.С. Обґрунтування алгоритму вибору параметрів композитної футерівки барабанів шахтових підймальних машин / Заболотний К.С., Панченко О.В., Кухар В.Ю., Жупієв О.Л., Полушина М.В.,

Москальова Т.В., Анциферов О.В. - Збірник наукових праць НГУ. 2023. № 75. С. 148-160. <https://doi.org/10.33271/crpnmu/75.148>.

4. Kovyriev M. Development of a model of rubber rope in multilayer winding as a composite material / Kovyriev M., Zabolotnyi K., Panchenko O., Kukhar V. Математичне моделювання № 1(50) 2024. С. 64-75. [https://doi.org/10.31319/2519-8106.1\(50\)2024.305037](https://doi.org/10.31319/2519-8106.1(50)2024.305037)

5. Савчук П.П., Кашицький В.П., Мельничук М.Д., Садова О.Л. Композитні та порошкові матеріали. Навчальний посібник. — Луцький НТУ. — Луцьк: ФОП Теліцин О.В., 2017. — 368 с.

6. Мельник Л.І. Хімія і фізика полімерів: Навч. посібник – Київ: НТУУ "КПІ". 2016. – 161 с.

7. Скорохода В. Й. Основи технології еластомерів і формування з них виробів: навч. посіб. / В. Й. Скорохода, Н. Б. Семенюк, Ю. Я. Мельник. – Львів : Вид-во Львівська політехніка, 2021. – 284 с.

8. Нові матеріали та технології їх отримання: Підручник / Е.С. Геворкян, Г.Д. Семченко, Л.А. Тимофеева та ін. – Харків: УкрДУЗТ, 2015. – 341 с.,

9. Drobny J.G., Ebnesajjad S. Technology of Fluoropolymers: A Concise Handbook 3rd Ed. — CRC Press, 2023. — 347 p. DOI: 10.1201/9781003204275

10. Наукові основи розробки полімерних композиційних матеріалів триботехнічного призначення на основі політетрафторетилену : монографія / Х. В. Берладір, О. А. Будник, К. О. Дядюра та ін. ; за заг. ред. К. О. Дядюри. — Суми : Сумський державний університет, 2017. – 176 с.

11. Суберляк О.В. Технологія переробки полімерних та композиційних матеріалів : підручник / О.В. Суберляк, П.І. Баштанник. – Львів : Растр-7, 2015. – 456 с.

12. Авраменко В. Л. Технологія виробництва та переробки полімерів медико-біологічного призначення : навч. посіб. / В. Л. Авраменко, Л. П. Підгорна, Г. М. Черкашина, О. В. Близнюк. – Харків: Видавництво та друкарня «Технологічний Центр», 2018. - 356 с.

13. Krishan K. Chawla Composite Materials. Science and Engineering. Fourth Edition. Springer Nature Switzerland AG 2019. 547 p.

14. Манжілевський, О. Д. Сучасні адитивні технології 3D друку. Особливості практичного застосування : навчальний посібник / О. Д. Манжілевський, Р. Д. Іскович-Лотоцький. – Вінниця : ВНТУ, 2021. – 105с.

15. Ben Redwood The 3D Printing Handbook: Technologies, design and applications Hardcover / Ben Redwood, Filemon Schöffner, Brian Garret - 3D Hubs B.V., Amsterdam, The Netherlands 2017, 347 p.