



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ  
ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
Кафедра експлуатації та ремонту машин



## СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

<b>Назва курсу</b>	<b>Інженерія поверхонь деталей машин і механізмів</b>	
<b>Викладач</b>		Ігор ШЕПЕЛЕНКО, доктор технічних наук, професор
<b>Контактний тел.</b>	+38(066) 576-02-75	
<b>E-mail:</b>	<a href="mailto:kntucpfzk@gmail.com">kntucpfzk@gmail.com</a>	
<b>Обсяг та ознаки дисципліни</b>	Вибіркова дисципліна, змістовних модулів – 2. Форма контролю: залік. Загальна кількість кредитів – 4, годин – 120, у т.ч. лекції – 32 годин, практичні заняття – 16 годин, самостійна робота – 72 годин. Формат: очний (offline / facetoface) / дистанційний (online). Мова викладання: українська. Рік викладання – 2023.	
<b>Консультації</b>	Консультації проводяться відповідно до Графіку, розміщеному в інформаційному ресурсі moodle.kntu.kr.ua; у режимі відео конференцій Zoom, через електронну пошту, Viber.	
<b>Пререквізити</b>	Ефективність засвоєння змісту дисципліни «Інженерія поверхонь деталей машин і механізмів» значно підвищиться, якщо студент попередньо опанував матеріал таких дисциплін як: «Основи технології виробництва та ремонту автомобілів», «Ремонт автомобілів», «Технологія конструкційних матеріалів та матеріалознавство»	

### 1. Мета і завдання дисципліни

**Метою вивчення навчальної дисципліни** є вивчення фізико-хімічних процесів, механізмів та закономірностей, які відповідають за створення поверхні при базових методах її модифікації, легуванні та нанесенні покриття, а також вмінь і навичок аналізу та використання цих уявлень при визначенні методу модифікування поверхонь.

**Завдання** дисципліни полягає у набутті знань про основні методи інженерії

поверхні (нанесення покриттів, модифікування поверхневого шару, технологічного забезпечення топографії поверхні і комбіновані процеси), освоєнні зв'язків між геометричними і фізико-механічними характеристиками поверхні з одного боку, та експлуатаційними властивостями поверхонь з іншого; освоєнні основ та шляхів досягнення якості деталей, механізмів та машин з шаром покриття або модифікованим шаром; набуття знання, які необхідні для вибору обладнання та розробці процесів інженерії поверхні ДМ і механізмів.

## **2. Результати навчання**

У результаті вивчення навчальної дисципліни здобувач вищої освіти повинен

### **знати:**

- теоретичні основи інженерії поверхні;
- механіку, синергетику, трибологію поверхні: процеси явища, ефекти що розвиваються в поверхневих шарах машин і механізмів; будову фазові перетворення, напружено-деформований стан та еволюцію поверхні в процесі технологічного впливу, зміцненні відновлення та тертя і зношування;
- технологічні основи інженерії поверхні на етапах проектування підготовки виробництва, при виготовленні деталі, при її зміцненні та відновлюванні.

### **вміти:**

- визначати метод надання поверхні функціональних властивостей шляхом нанесення покриття чи її модифікації і легування;
- визначати вимоги до структурного, фазового та хімічного складу покриття чи поверхні відповідно до функціональних умов експлуатації;
- визначати фізико-технічні характеристики для умов обраного методу, до сприяють отриманню якісного покриття чи модифікованої поверхні та визначати шляхи їх регулювання;
- оцінити ступінь проходження фізико-хімічних процесів, пов'язаних з формуванням покриття чи модифікуванням поверхні і визначити можливість їх розвитку і реалізації для заданих умов створення поверхонь;
- розрахувати основні термодинамічні та фізико-хімічні характеристики відповідні за якість покриття та поверхні і визначити їх установчі значення для наступного використання в обраних умовах створення поверхонь;
- проектувати поверхні, керувати та прогнозувати її властивості, оптимізувати технологічні впливи на робочу поверхню конкретних деталей.

### **набути соціальних навичок (soft-skills):**

- здійснювати професійну комунікацію, ефективно пояснювати і презентувати матеріал, взаємодіяти в проектній діяльності;
- небайдуже ставлення до участі у громадських суспільних заходах, спрямованих на підтримку здорового способу життя оточуючих.

## **3. Політика курсу та академічна доброчесність**

Очікується, що здобувачі вищої освіти будуть дотримуватися принципів академічної доброчесності, усвідомлювати наслідки її порушення.

При організації освітнього процесу в Центральнуукраїнському національному технічному університеті здобувачі вищої освіти, викладачі та адміністрація діють

відповідно до: Положення про організацію освітнього процесу; Положення про організацію вивчення вибіркових навчальних дисциплін та формування індивідуального навчального плану ЗВО; Кодексу академічної доброчесності ЦНТУ.

#### **4. Програма навчальної дисципліни**

##### **Тема 1. Інженерія поверхні і розвиток сучасного машинобудування.**

- 1.1. Передмова. Мета і задачі курсу.
- 1.2. Основні поняття інженерії поверхні деталей машин і механізмів.
- 1.3. Напрямки розвитку інженерії поверхні як науки і практики.
- 1.4. Проблеми механіки, фізики, хімії, трибології та синергетики поверхні твердого тіла.
- 1.5. Фізико-хімічні основи взаємодії поверхні твердого тіла з різними типами середовищ.

##### **Тема 2. Поверхневі фізико-хімічні процеси.**

- 2.1. Стадії взаємодії частинок матеріалу з основою.
- 2.2. Температура контакту. Схема твердіння частинок. Термічний цикл у контакті.
- 2.3. Утворення хімічного контакту.

##### **Тема 3. Структура і властивості покриттів.**

- 3.1. Структура покриттів.
- 3.2. Внутрішні напруження. Види напружень.
- 3.3. Механізми утворення пор в покриттях, тріщин і мікротріщин покриттях.
- 3.4. Типи структури покриттів. Принципи конструювання покриттів. Класифікація регулярних структур покриттів.

##### **Тема 4. Технологічні основи інженерії поверхні та основні методи нанесення покриттів.**

- 4.1. Вакуумне осадження. Випаровування матеріалів і сплавів. Розпилення.
- 4.2. Наплавлення покриттів різними методами.
- 4.3. Газофазне осадження.
- 4.4. Дифузійне насичення.
- 4.5. Композиційні покриття сформовані різними методами.

##### **Тема 5. Модифікація поверхні деталей машин і механізмів.**

- 5.1. Модифікація поверхні електронним променем.
- 5.2. Іонна імплантація.
- 5.3. Модифікація поверхні лазерними технологіями.
- 5.4. Модифікація поверхні плазмовим струменем.
- 5.5. Модифікація електроіскровим способом.
- 5.6. Модифікація поверхні ультразвуковою обробкою.
- 5.7. Модифікація поверхневим пластичним деформуванням.

##### **Тема 6. Принципи вибору матеріалу покриття і модифікованих шарів.**

- 6.1. Зносостійкі покриття.
- 6.2. Фрикційні і антифрикційні покриття. Принципи вибору матеріалу
- 6.3. Корозійностійкі матеріали, принципи вибору
- 6.4. Аморфні покриття. Підходи до вибору фазового складу та умов отримання
- 6.5. Модифікування поверхні.
- 6.6. Принципи вибору елементів при легуванні поверхні і ефективність її зміцнення за механізмом дії розчинених атомів і дисперсних фаз.

## Тема 7. Інженерія поверхні деталей на етапах життєвого циклу.

- 7.1. Вибір і призначення параметрів якості поверхневого шару деталей та забезпечення їх надійності на етапі проектування.
- 7.2. Забезпечення якості поверхневого шару деталей і оптимізації вибору способів її обробки при технологічній підготовці виробництва.
- 7.3. Забезпечення якості поверхневого шару деталей при виготовленні та вибір оптимального технологічного впливу при їх зміцненні чи модифікуванні.
- 7.4. Забезпечення якості поверхневого шару деталей при їх відновленні.

## 5. Система оцінювання та вимоги

Види контролю: поточний, підсумковий.

Підсумкова (загальна оцінка) курсу навчальної дисципліни є сумою рейтингових оцінок (балів), одержаних за окремі оцінювані форми навчальної діяльності: поточне та підсумкове тестування рівня засвоєності теоретичного матеріалу під час аудиторних занять та самостійної роботи (модульний контроль); оцінка (бали) за виконання практичних індивідуальних завдань. Підсумкова оцінка виставляється після повного вивчення навчальної дисципліни, яка виводиться як сума проміжних оцінок за змістові модулі. Остаточна оцінка рівня знань складається з рейтингу з навчальної роботи, для оцінювання якої призначається 60 балів, і рейтингу з атестації (екзамен) - 40 балів.

## 6. Рекомендована література

1. Ющенко К.А. Інженерія поверхні: Підручник для студ. ВНЗ/ К.А. Ющенко, Ю.С. Борисов, В.Д. Кузнецов, В.М. Корж. - Київ: Наук. думка, 2007.-558 с.
2. Нанесення покриття: [навч. посіб] /за ред. акад. НАНУ К.А. Ющенка – 2-е видання – К.: Аріста, 2006. – 204 с.
3. Кузнецов В.Д. Фізико-хімічні основи інженерії поверхні/ В.Д. Кузнецов, В.М. Пащенко, К.А. Ющенко, Ю.С. Борисов. – К.: ВІПОЛ, 2005. – 372 с.
4. Кузнецов В.Д., Пащенко В.М. Фізико-хімічні основи створення покриттів. Навч.посібник. - К..НМЦВО, 1999. – 176 с.
5. Фізика, хімія и механіка поверхності твердого тела [учеб. пособ.]/Ю.А. Харламов, Н.Н. Будагьянц.- Луганськ: ВУГУ, 2000. – 624 с.
6. Методи дослідження фізико-механічних властивостей матеріалів: навч. посібник / Н.Р. Веселовська, Е.К. Посвятенко та ін. – Вінниця, 2018. – 150 с.
7. Дмитриченко М.В. Триботехніка та основи надійності машин: [навч. посіб.]/ М.В. Дмитриченко, Р.Г. Мнацаканов, О.О. Мікосянчик. – К.: ІНФОРМАВТОДОР, 2006. – 216 с.
8. Прикладне матеріалознавство : підручник / О.В.Сушко, Е.К.Посвятенко, С.І.Лодяков та ін. – Мелітополь: ТОВ «Forward press», 2019. – 352 с.
9. Інженерія деталей, оброблених протягуванням: монографія / Посвятенко Е.К., Немировський Я.Б., Шейкін С.Е., Шепеленко І.В., Чернявський О.В. – Кропивницький : Видавець Лисенко В.Ф., 2021. – 466 с.
10. Shepelenko, I., Posviatenko, E., Nemyrovskiy, Y., Cherkun, V., & Rybak, I. (2022). Creation of new technological methods for surface engineering based on broaching. *Problems of Tribology*, 27(2/104), 6–12. <https://doi.org/10.31891/2079-1372-2022-104-2-6-12>.
11. Шепеленко І.В., Посвятенко Е.К. Створення нових методів інженерії поверхні деталей машин і механізмів// Матеріали IV Міжнародної науково-практичної

- конференції "Підвищення надійності і ефективності машин, процесів і систем. Improving the reliability and efficiency of machines, processes and systems", 13-15 квітня 2022 р. – Кропивницький: ЦНТУ, 2022. С.135 – 136.
12. Nemyrovskiy Y, Shepelenko I, Storchak M. Plasticity Resource of Cast Iron at Deforming Broaching. Metals. 2023; 13(3):551. <https://doi.org/10.3390/met13030551>
  13. Shepelenko, I., Nemyrovskiy, Y., & Posviatenko, E. (2022). Improving the quality of antifriction coatings using plastic deformation. Mechanics and Advanced Technologies, 6(1), 24–30. <https://doi.org/10.20535/2521-1943.2022.6.1.255655>
  14. Shepelenko, I., Solovykh, E., Bevz, O., Katerynych, S., Solovuch, A. (2023). Research of the Surface Oil Absorption Processed by Vibration Rolling and Deforming Broaching. In: Karabegovic, I., Kovačević, A., Mandzuka, S. (eds) New Technologies, Development and Application VI. NT 2023. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 687. Springer, Cham. pp. 131-138. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-31066-9\\_14](https://doi.org/10.1007/978-3-031-31066-9_14)
  15. Черновол М.І., Шепеленко І.В. Системний підхід до формування показників якості відновлених деталей // Збірник наукових праць. Науковий вісник. Технічні науки. Вип.7 (38)\_І. – Кропивницький, 2023. С.30–36. [http://mapiea.kntu.kr.ua/pdf/7\(38\)\\_I/7.pdf](http://mapiea.kntu.kr.ua/pdf/7(38)_I/7.pdf)

Розглянуто і схвалено на засіданні кафедри експлуатації та ремонту машин, Протокол № 1 від 29.08.2023 р.