



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, всього годин – 120. Формат: очний (offline / facetoface) / дистанційний (online). Мова викладання: українська.	
<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 машин», «Ремонт машин», «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 Центральнотериторіальному національному технічному університеті здобувачі вищої освіти, викладачі та адміністрація діють відповідно до: Положення про організацію освітнього процесу; Положення про організацію вивчення вибіркового 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. Методи дослідження фізико-механічних властивостей матеріалів: навч. посібник / Н.Р. Веселовська, Е.К. Посвятенко та ін. – Вінниця, 2018. – 150 с.
6. Дмитриченко М.В. Триботехніка та основи надійності машин: [навч. посіб.]/ М.В. Дмитриченко, Р.Г. Мнацаканов, О.О. Мікосянчик. – К.: ІНФОРМАВТОДОР, 2006. – 216 с.
7. Прикладне матеріалознавство : підручник / О.В.Сушко, Е.К.Посвятенко, С.І.Лодяков та ін. – Мелітополь: ТОВ «Forward press», 2019. – 352 с.
8. 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.
9. 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>.
10. 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.
11. Nemyrovskiy Y, Shepelenko I, Storck M. Plasticity Resource of Cast Iron at Deforming Broaching. *Metals*. 2023; 13(3):551.

<https://doi.org/10.3390/met13030551>

12. 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>
13. 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)
14. 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 29.08.2024 р.