



## Силабус освітнього компонента

Програма навчальної дисципліни



# Інженерія поверхні

Шифр та назва спеціальності

131 – Прикладна механіка

Інститут

ННІ МІТ. Навчально-науковий інститут механічної інженерії і транспорту

Освітня програма

131. Прикладна механіка

Кафедра

Зварювання (145)

Рівень освіти

Бакалавр

Тип дисципліни

Професійна підготовка

Семестр

4

Мова викладання

Українська

## Викладачі, розробники



**ЛУЗАН Сергій Олексійович**

[Serhii.Luzan@khpi.edu.ua](mailto:Serhii.Luzan@khpi.edu.ua)

Доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри зварювання НТУ "ХПІ"

Автор та співавтор: понад 150 наукових та методичних публікацій, патентів.

Курси: «Інженерія поверхні», «Спеціальні методи зварювання», «Технології зміцнення та відновлення деталей машин», «Обґрунтування та вдосконалення технологій відновлення деталей».

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

## Загальна інформація

### Анотація

Курс «Інженерія поверхні» розглядає методи, які використовує інженерія поверхні. Проаналізовано процеси в потоці газу і частинок, на поверхні основи, які виникають при створенні покриття різними методами: газотермічним напиленням, наплавленням, електроіскровим легуванням, а також модифікування структури та легування поверхні висококонцентрованими потоками енергії та інші методи нанесення покриття. Вказані матеріали і властивості отриманих покриттів. Наведена методологія управління якістю поверхні та вибору технології відновлення деталей. Розглянуто перспективи застосування наноструктурованих матеріалів у машинобудуванні. Представлений внесок автора у розвиток інженерії поверхні.

### Мета та цілі дисципліни

Вивчення принципів і основ проектування і отримання поверхні і поверхневих шарів деталей машин і конструкцій із наперед заданим рівнем експлуатаційних властивостей при одночасному збереженні тих характеристик матеріалу основи, які забезпечують міцність, жорсткість, пружність та інші фізико-механічні властивості деталі, а також вузла і машин в цілому.

## Формат занять

Лекції, самостійні заняття, індивідуальне заняття- реферат. Підсумковий контроль – іспит.

## Компетентності

Загальні компетентності (ЗК):

ЗК2. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК7. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

Фахові компетентності (ФК):

ФК1. Здатність аналізу матеріалів, конструкцій та процесів на основі законів, теорій та методів математики, природничих наук і прикладної механіки.

ФК4. Здатність здійснювати оптимальний вибір технологічного обладнання, комплектацію технічних комплексів, мати базові уявлення про правила їх експлуатації.

ФК6. Здатність виконувати технічні вимірювання, одержувати, аналізувати та критично оцінювати результати вимірювань.

ФК9. Здатність представлення результатів своєї інженерної діяльності з дотриманням загальноприйнятих норм і стандартів.

## Результати навчання

РН5. Самостійно ставити та розв'язувати задачі інноваційного характеру, аргументувати і захищати отримані результати та прийняті рішення.

РН7. Зрозуміло і недвозначно презентувати результати досліджень та проектів, доносити власні висновки, аргументи та пояснення державною та іноземною мовами усно і письмово колегам, здобувачам освіти та представникам інших професійних груп різного рівня.

РН8. Оволодівати сучасними знаннями, технологіями, інструментами і методами, зокрема через самостійне опрацювання фахової літератури, участь у науково-технічних та освітніх заходах.

## Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни 120 годин (4 кредити ECTS): лекції – 64 год., самостійна робота – 56 год.

## Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

Для успішного проходження курсу необхідно мати знання та практичні навички з наступних дисциплін: «Хімія», «Фізика», «Математика».

## Особливості дисципліни, методи та технології навчання

Лекції проводяться у інтерактивній формі з використанням мультимедійних технологій. На лекціях використовується проектний підхід до навчання, ігрові методи, акцентується увага на застосуванні інформаційних технологій у інженерії поверхні. Лекційний матеріал доступний в електронному вигляді.

## Програма навчальної дисципліни

### Теми лекційних занять

Змістовий модуль 1. Будова твердої речовини. Процеси в потоці газу и на поверхні основи.

Тема 1. Будова твердої речовини.

1. Вступ.

2. Будова твердої речовини.

3. Задачі, які вирішує інженерія.

4. Кристалічні структури.
5. Поверхня твердого тіла.
6. Поверхнева енергія, адсорбція, окиснення.
7. Сегрегаційні явища на поверхні.
8. Зношування поверхонь.
9. Підготовка поверхонь.

#### Тема 2. Методи інженерії поверхні.

1. Основні поняття та визначення.
2. Класифікація методів за способом утворення шару та покриття.
3. Суть механічних, термомеханічних, хіміко-термічних, електрохімічних і хімічних, фізичних методів інженерії поверхні..

#### Тема 3. Газотермічне напилення.

1. Історія створення способу напилення металу.
2. Джерела енергії.
3. Газополуменевий струмінь.
4. Форма, будова ацетилено-кисневого полум'я та діаграма розподілу температури в зонах. Стадії процесу горіння ацетилену.
5. Структура детонаційної хвилі.
6. Електрична дуга. Фізичні процеси в області дуги.
7. Схема плавлення електродів при електродуговому розпиленні.
8. Особливості течії надзвукового потоку розпилювального газу в електродугових розпилювачах.
9. Струмінь низькотемпературної плазми.
10. Формування структури і властивостей покриття.

#### Тема 4. Процеси в потоці газу і частинок.

1. Прискорення частинок матеріалу.
2. Схема аксіального і радіального завантаження потоку дисперсною фазою.
3. Формування потоку частинок при розпиленні дроту.
4. Нагрівання матеріалу у високотемпературному газовому потоці.
5. Число Рейнольдса (Re). Число Маха. Критерій Прандтля. Число Кнудсена.
6. Процеси на поверхні основи.
7. Число Нуссельта. Число Біо. Критерій Біо.
8. Удар частинок. Температура контакту. Умови з'єднання.
9. Формування структури і властивостей покриття.
10. Структура покриття. Напруження в покриттях.

#### Змістовий модуль 2. Способи відновлення і зміцнення деталей.

Управління якістю поверхні та вибір технології відновлення деталей.

#### Тема 5. Способи газотермічного напилення та матеріали покриттів.

1. Класифікація газотермічних покриттів.
2. Газополуменеве напилення.
3. Детонаційне напилення.
4. Плазмове напилення.
5. Електродугове напилення.
6. Газотермічні способи напилення.
7. Матеріали для нанесення газотермічних покриттів.
8. Способи відновлення.
9. Застосування газотермічного напилення.

#### Тема 6. Наплавлення та електроіскрове легування.

1. Загальні теоретичні відомості. Характеристика способів наплавлення.
2. Ручне дугове наплавлення покритим електродом.
3. Наплавлення деталей під шаром флюсу.
4. Дугове наплавлення в середовищі захисних газів.

5. Вібродугове наплавлення.
6. Електрошлакове наплавлення.
7. Плазмове наплавлення.
8. Індукційне наплавлення.
9. Лазерне (світлове) наплавлення.
10. Електронно-променеве наплавлення.
11. Газове наплавлення.

Тема 7. Модифікування поверхні та інші методи нанесення покриття.

1. Модифікування поверхні лазером.
2. Модифікування поверхні електронним променем.
3. Іонна імплантація.
4. Обробка плазмою.
5. Гальванічні процеси.
6. Хімічне осадження.
7. Дифузійне насичення.

Тема 8. Управління якістю поверхні та вибір технології відновлення деталей.

1. Якість покриття.
2. Методика визначення товщини відновлювальних покриттів, які забезпечують необхідний ресурс.
3. Вибір технології відновлювання деталей.
4. Перспективи застосування наноструктурованих матеріалів у машинобудуванні.

## Самостійна робота

Курс передбачає виконання індивідуального завдання щодо розробки технології зміцнення поверхні деталей машин. Опрацювання лекційного матеріалу.

Студентам також рекомендуються додаткові матеріали (відео, статті) для самостійного вивчення тем та питань, які не викладаються на лекційних заняттях.

## Література та навчальні матеріали

### Основна література

1. Офіційний сайт Міністерства освіти і науки України: <https://mon.gov.ua/ua>
2. Стандарт вищої освіти України: перший (бакалаврський) рівень, галузь знань 13 – Механічна інженерія, спеціальність 131 – Прикладна механіка. Затверджено і введено в дію наказом Міністерства освіти і науки України від 20.06.2019 р. № 865
3. . Інженерія поверхні: підручник / К. А. Ющенко, Ю. С. Борисов, В. Д. Кузнецов, В. М. Корж. - Київ: Наукова думка, 2007. – 559 с.
4. Газотермические покрытия из порошковых материалов: Справочник / Ю. С. Борисов, Ю. А. Харламов, С. Л. Сидоренко, Е. Н. Ардатовская. – К. : Наукова думка, 1987. – 544 с.
5. Лузан С.А. Газотермическое напыление покрытий [Текст]: Монография. - Харьков: Издательство "НТМТ", 2009. - 134 с.
6. Лузан С. А. Научные основы разработки концепции восстановительного ремонта транспортной техники / С. А. Лузан // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». – Харків : НТУ «ХПІ», 2010. – № 39. – С. 56-63.
7. Лузан С. О. Структура концепції відновного ремонту газотермічним напиленням покриттів / С. О. Лузан // Механіка та машинобудування. – Харків : НТУ «ХПІ», 2011. – № 1. – С. 163-169.
8. Лузан С. А. Предлагаемые общие принципы управления качеством газопламенных покрытий при восстановительном ремонте деталей / С. А. Лузан // Механіка та машинобудування. – Харків : НТУ «ХПІ», 2011. – № 2. – С. 211-219.
9. Лузан С. А. К методике оценки влияния иглофрезерования на свойства газопламенных покрытий / С. А. Лузан, Е. С. Дерябкина // Труды 8-го Международного Конгресса ОТТОМ-8.

Оборудование и технологии термической обработки металлов и сплавов. – Харьков : ННЦ ХФТИ, ИПЦ «Контраст», 2007. – Т. 2. – С. 74-75.

10. Лузан С. А. Определение оптимальных значений параметров иглофрезы и скорости ее вращения при совмещении способа газопламенного напыления с иглофрезерованием / С. А. Лузан, Е. С. Дерябкина // Науковий вісник будівництва. – Харків : ХДТУБА, ХОТВ АБУ, 2009. – Вип. 55. – С. 249-253.

11. Лузан С.О. Забезпечення зносостійкості деталей газополум'яним напиленням покриттів з віброобробкою / С.О. Лузан // Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка. – Харків : 2011. – Вип. 114. – С. 196-202.

12. Туренко А. Н. Интегрирование технологи газотермического напыления покрытий и метода электроискрового легирования / А. Н. Туренко, А. С. Полянский, С. А. Лузан // Автомобильный транспорт : 2011. – Вып. 28. – С. 109-113.

13. Лузан С.О. Інженерія поверхні. Курс лекцій / С.О. Лузан, О.І. Сідашенко. – Харків: Водний спектр Джі-Ем-Пі, 2019. – 188 с.

14. Лузан С.А. СВС-процессы в технологиях упрочнения и восстановления деталей машин наплавкой и газотермическими способами напыления покрытий (обзор) / С.А. Лузан, А.И. Сідашенко, А.С. Лузан // Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів. – Харків: 2016. - № 6. – С. 152-162.

15. Лузан С.А. Определение способов восстановления деталей сельскохозяйственных машин, обеспечивающих их ресурс на уровне и превышающем уровень новых / С.А. Лузан // Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка. – Харків: 2015. – Вип. 158. – С. 93-98.

#### **Додаткова література**

1. Пащенко В. М. Обладнання для газотермічного нанесення покриттів: навчальний посібник. К.: ІВЦ «Політехніка». 2001. – 416 с.

2. Корж В. М. Технологія та обладнання для напилення. навчальний посібник. К.: НМЦ ВО. 2000. – 407 с.

3. ГОСТ 28076-89 Газотермическое напыление. Термины и определения. – 10 с.

#### **Інформаційні ресурси в інтернеті**

1. Сайт бібліотеки НТУ «ХПІ»: <http://library.kpi.kharkov.ua>

2. eNTUKhPIR; Головна сторінка: <http://repository.kpi.kharkov.ua>

3. <http://www.cogeneration.com.ua/htm/pan2.htm>

4. <http://w'w'w.dizelist.ru/> |

## Система оцінювання

### Критерії оцінювання успішності студента та розподіл балів

100% підсумкової оцінки складаються з результатів оцінювання у вигляді екзамену (40%) та поточного оцінювання (60%).

*Екзамен:* письмове завдання (3 запитання з теорії) та усна доповідь.

*Поточне оцінювання:* 2 онлайн тести та реферат (по 20%)

### Шкала оцінювання

Сума балів	Національна оцінка	ECTS
90–100	Відмінно	A
82–89	Добре	B
75–81	Добре	C
64–74	Задовільно	D
60–63	Задовільно	E
35–59	Незадовільно (потрібне додаткове вивчення)	FX
1–34	Незадовільно (потрібне повторне вивчення)	F

## Норми академічної етики і політика курсу

Студент повинен дотримуватися «Кодексу етики академічних взаємовідносин та доброчесності НТУ «ХПІ»: виявляти дисциплінованість, вихованість, доброзичливість, чесність, відповідальність. Конфліктні ситуації повинні відкрито обговорюватися в навчальних групах з викладачем, а при неможливості вирішення конфлікту – доводитися до відома співробітників дирекції інституту. Нормативно-правове забезпечення впровадження принципів академічної доброчесності НТУ «ХПІ» розміщено на сайті: <http://blogs.kpi.kharkov.ua/v2/nv/akademichna-dobrochesnist/>

## Погодження

Силабус погоджено

Дата погодження, підпис

Дата погодження, підпис

Завідувач кафедри  
Сергій ЛУЗАН

Гарант ОП  
Олександр ПЕРМЯКОВ