


НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»  
ЗВАРЮВАЛЬНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

ЗАТВЕРДЖЕНО

Вченою радою Зварювального  
факультету

протокол № 06 від 8 03 2020 р.

Голова вченої ради

  
С.К. Фомічов

## ПРОГРАМА

**комплексного фахового випробування**

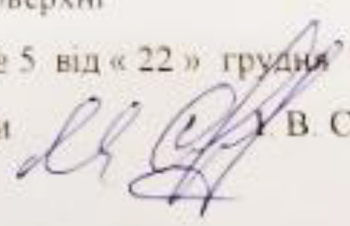
для вступу на освітню програму підготовки магістра  
«Споріднені технології зварювання та ресурсозбереження»

*за спеціальністю 131 Прикладна механіка*

Програму рекомендовано кафедрою  
Інженерії поверхні

Протокол № 5 від « 22 » грудня 2019 р.

Зав. кафедри

  
В. Смірнов

## ВСТУП

Програма комплексного фахового випробування за освітньою програмою «Споріднені технології зварювання та ресурсозбереження» спеціальності 131 Прикладна механіка складається із вступу, основної частини, прикінцевих положень та списку літератури.

Програма складена на базі навчальних програм фахових дисциплін: «Газотермічне напилення функціональних покриттів», «Ресурсозбереження та реновація поверхонь деталей машин і конструкцій», «Вакуумно-конденсаційні методи в нанотехнологіях покриттів»

Комплексне фахове випробування проводиться у письмовій формі упродовж 2-х академічних годин (90 хв.) Екзаменаційний білет складається з трьох теоретичних питань однакової складності. Час для написання відповіді на одне питання – до 30 хвилин.

## ОСНОВНА ЧАСТИНА

*Газотермічне напилення функціональних покриттів.* Поняття та визначення.

*Технологічні процеси підготовки поверхонь для нанесення покриття.* Механічна обробка, знежирювання, активація і формування шорсткості поверхні, попереднє підігрівання поверхні, нанесення прошарку. Обробка деталей після нанесення покриття.

*Технологічні процеси газотермічного нанесення покриття.*

Матеріали для нанесення покриття: дроти, порошки, пруткові матеріали та гнучкі шнури. Газополуменеве нанесення покриття. Детонаційне нанесення покриття. Плазмове нанесення покриття. Електродугове нанесення покриття. Нанесення газотермічного покриття у динамічному вакуумі.

*Технологічне устаткування для нанесення газотермічного покриття.*

Обладнання для газополуменевого, детонаційного, електродугового та плазмового нанесення покриття. Основні компоненти і комплектація.

***Ресурсозбереження та реновація поверхонь деталей машин і конструкцій (базується на методах наплавлення та механічної обробки).***

**Наплавлення. Поняття та визначення.**

*Способи чи методи наплавлення.* Наплавлення електродним дротом в захисних газах і під флюсом. Наплавлення електродною стрічкою. Вібродугове наплавлення. Імпульсно-дугове наплавлення. Плазмове наплавлення. Електрошлакове наплавлення. Стики-шлакове наплавлення. Індукційне наплавлення. Електроконтактне наплавлення. Наплавлення суцільним і порошковим матеріалом. Електронно-променеве наплавлення. Лазерне наплавлення. Плакування з використанням енергії вибуху. Плакування прокатуванням і екстрагуванням. Галузі застосування. Наплавлення тертям.

*Матеріали для наплавлення.* Електроди. Типи електродів. системи легування й умов роботи напавленого металу. Найбільш поширені марки електродів.

Порошкові дроти. Хімічний склад напавленого металу та призначення найбільш поширених порошкових дротів.

Стрічки холоднокатані, порошкові та спечені. Хімічний склад напавленого металу та призначення найбільш поширених холоднокатаних, порошкових та спечених стрічок.

Порошки зі сплавів для індукційного, плазмового та електроконтактного наплавлення.

*Технологія наплавлення.*

Підготовка деталей до наплавлення.

Особливості технології наплавлення різних матеріалів (вуглецевих і легованих сталей, чавунів, сплавів на основі карбідів хрому чи вольфраму тощо). Технологія наплавлення теплостійких шарів. Технологія наплавлення корозійностійких шарів. Технологія наплавлення корозійно і жаростійких шарів.

## **Реновація та відновлення деталей машин механічними методами**

Відновлення деталей машин обробкою тиском: відновлення об'ємним пластичним деформуванням, накатка та висадка матеріалу поверхневого шару, відновлення деталей правкою. Відновлення деталей слюсарно-механічними методами: спосіб ремонтних розмірів, ремонт тріщин у чавунних виробах фігурними вставками, відновлення різьби, відновлення пластинуванням.

### ***Вакуумно-конденсаційні методи в нанотехнологіях покриттів.***

*Фізичні процеси у вакуумі.* Поняття вакууму. Тиск газу на поверхню твердого тіла. Основні газові закони. Розподіл молекул за швидкостями. Середня довжина вільного пробігу. Поняття про степені вакууму. Сорбційні явища у вакуумі. Закономірності випаровування і конденсації металів у вакуумі. Дифузія в газах. Електричні явища у вакуумі. Тліючий іскровий та коронний розряди. Дуговий розряд, вакуумна дуга.

*Методи вакуумного конденсаційного нанесення покриттів (тонких плівок).* **Методи PVD**

Термічне (резистивне) випаровування. Електронно-променеве випаровування. Іонне розпилення. Магнетронне розпилення. Випаровування за допомогою електричного розряду. Реакційне напилення. Формування покриттів. Механізми росту тонких плівок. Теплові процеси на підкладці.

*Технологічні процеси отримання вакуумно-конденсаційних покриттів.* Вплив залишкової атмосфери на чистоту вакуумного конденсату. Попередня позавакуумна підготовка деталей перед напиленням. Очищення підкладок за допомогою низькотемпературної плазми. Отримання покриттів зі спеціальними електрофізичними властивостями. Зносостійкі вакуумно-конденсаційні покриття.

*Обладнання для вакуумно-конденсаційних методів нанесення покриття.* Системи та елементи вакуумних установок. Загальна структура вакуумних установок. Вакуумні системи установок. Вакуумні насоси. Елементи вакуумних систем. Методи течешування. Матеріали та робочі

рідини. Установки для вакуумно-конденсаційного методу нанесення покриття

### **Хімічне осадження з парової (газової) фази. Методи CVD.**

Закономірності газофазного осадження. Структура і властивості газофазних покриттів.

### **ПРИКІНЦЕВІ ПОЛОЖЕННЯ**

Враховуючи теоретичний зміст запитань використання допоміжного матеріалу *не дозволяється*.

### **КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ФАХОВОГО ВИПРОБУВАННЯ**

Білет складається з трьох питань. Максимальна кількість балів за відповіді на три екзаменаційних питання: з дисциплін «Газотермічне напылення функціональних покриттів» та «Вакуумно-конденсаційні методи в нанотехнологіях покриттів» по 35 бал., з дисципліни «Ресурсозбереження та реновація поверхонь деталей машин і конструкцій» 30 балів. Загальна кількість балів оцінюється за 100 бальною шкалою (PCO) та проводиться відповідний перерахунок оцінки рейтингової системи оцінювання в шкалу ЄВІ (таблиця відповідності оцінок PCO (60...100 балів) оцінкам ЄВІ (100... 200 балів).

$R_i$	Критерії оцінювання теоретичного питання
31...35 (26...30)	Абітурієнт демонструє повні й міцні знання навчального матеріалу в заданому обсязі, необхідний рівень умінь і навичок, правильно й обґрунтовано приймає необхідні рішення в різних нестандартних ситуаціях.
25...30 (23...25)	Абітурієнт припускається окремих помилок, але знає визначення основних понять і величин дисципліни, в цілому розуміє фізичну суть процесів.
21...24 (19...22)	Абітурієнт допускає несуттєві неточності, має труднощі у трансформації умінь у нових умовах.
17...20 (15...18)	Абітурієнт засвоїв основний теоретичний матеріал, але допускає неточності, що не є перешкодою до подальшого навчання. Уміє використовувати знання для вирішення стандартних завдань.
14...16 (12...14)	Абітурієнт частково відповідає на питання екзаменаційного білету, демонструє базові знання основних положень дисциплін. Відповіді непослідовні. Наявні помилки.
$R < 14$ ( $R < 12$ )	Відповідь відсутня або її зміст не відповідає питанню.

Залежно від загальної суми набраних балів вступнику, згідно шкали ЄВІ, виставляється оцінка:

Таблиця відповідності оцінок РСО (60...100 балів) оцінкам ЄВІ (100... 200 балів)

Оцінка РСО	Оцінка ЄВІ	Оцінка РСО	Оцінка ЄВІ	Оцінка РСО	Оцінка ЄВІ	Оцінка РСО	Оцінка ЄВІ
60	100,0	70	125,0	80	150,0	90	175,0
61	102,5	71	127,5	81	152,5	91	177,5
62	105,0	72	130,0	82	155,0	92	180,0
63	107,5	73	132,5	83	157,5	93	182,5
64	110,0	74	135,0	84	160,0	94	185,0
65	112,5	75	137,5	85	162,5	95	187,5
66	115,0	76	140,0	86	165,0	96	190,0
67	117,5	77	142,5	87	167,5	97	192,5
68	120,0	78	145,0	88	170,0	98	195,0
69	122,5	79	147,5	89	172,5	99	197,5
						100	200,0

### ПРИКЛАД ТИПОВОГО ЗАВДАННЯ

Екзаменаційний білет складається з трьох теоретичних запитань, наприклад:

1. Класифікація методів нанесення тонких плівок у вакуумі.
2. Наведіть принципову схему, розкрийте сутність та вкажіть основні параметри процесу плазмового наплавлення і області його використання.
3. Назвіть методи газотермічного нанесення покриття.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

### Основна:

1. Смирнов І. В., Пащенко В. М. Обладнання та технологія вакуумно-конденсаційного нанесення покриття: Навч. посібник. – Х.: Мачулін, 2016. – 236 с.
2. Кузнецов В.Д., Пащенко В.М., К.А. Ющенко, Ю.С. Борисов. Фізико-хімічні основи інженерії поверхні: Навч. посібник. – К.: ВІПОЛ, 2005. – 372 с.
3. Корж В. М., Кузнецов В. Д., Борисов Ю. С., Ющенко К. А. Нанесення покриття: Навч. посібник. – К.: Арістей, 2005. – 205 с.
4. Ющенко К. А., Борисов Ю. С., Кузнецов В. Д., Корж В. М. Інженерія поверхні: Підручник. – К.: Наукова думка, 2007. – 558 с.
5. Відновлення деталей машин та конструкцій: Конспект лекцій. – / Уклад.: І. В. Смирнов. – К.: НТУУ «КПІ». – 2012 р. – 147 с.

### **Додаткова:**

1. Кузнецов В. Д., Гедрович А. І., Житков А. Б., Воронков К. В. Технологія та устаткування наплавлених деталей: Навч. посібник. – Луганськ: Вид-во Східноукр. нац. ун-ту ім. В. Даля. – 254 с.

2. Пащенко В. М., Кузнецов В. Д. Технологія газотермічного та вакуумно-конденсаційного нанесення покриттів: Навч. посібник. – К.: НТУУ «КПІ», 2010. – 268 с.

3. Харламов Ю. О., Будагьянц Н. А. Основы технологии восстановления и упрочнения деталей машин: Учебное пособие в 2 т. Том 1. – Луганск: изд-во Восточно-укр. национ. ун-та им. В. Даля, 2003. – 495 с.

4. Харламов Ю. О., Будагьянц Н. А. Основы технологии восстановления и упрочнения деталей машин: Учебное пособие в 2 т. Том 2. – Луганск: изд-во Восточно-укр. национ. ун-та им. В. Даля, 2003. – 480 с.

### **РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ**

1. Смирнов Ігор Володимирович, завідувач кафедри ІІІ, д.т.н., проф.
2. Пащенко Валерій Миколайович, професор кафедри ІІІ, д.т.н., доц.