

Міністерство освіти і науки України

Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

З А Т В Е Р Д Ж У Ю
Проректор з наукової роботи
В. В. Павліков
(ініціали та прізвище)
2020 р.
Відділ аспірантури і докторантури



**РОБОЧА ПРОГРАМА
ВИБІРКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**"Процеси механічної та фізико-технічної обробки,
обладнання та інструмент"**
(назва навчальної дисципліни)

Галузі знань: 13 «Механічна інженерія»
(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність 132 «Матеріалознавство»
(код та найменування напрямку підготовки)

Освітньо-наукова програма: «Матеріалознавство»

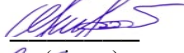
Форма навчання: денна

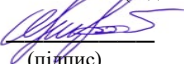
Рівень вищої освіти: третій (освітньо-науковий)

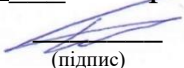
Харків 2020 рік

РОБОЧА ПРОГРАМА
ВИБІРКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
"Процеси механічної та фізико-технічної обробки,
обладнання та інструмент"
(назва дисципліни)

для здобувачів за спеціальністю 132 «Матеріалознавство»
освітньо-науковою програмою «Матеріалознавство»
« 20 » 06 2020 р., – 12 с.

Розробник: доцент каф. 202, к.т.н., доцент  Широкий Ю.В.
(посада, науковий ступінь та вчене звання) (підпис) (прізвище та ініціали)

Гарант ОНП доцент каф. 202, к.т.н., доцент  Широкий Ю.В.
(посада, науковий ступінь та вчене звання) (підпис) (прізвище та ініціали)

Протокол № 10 від « 25 » 06 2020 р. засідання кафедри № 202
Завідувач кафедри д.т.н., професор  О.О. Баранов
(посада, науковий ступінь та вчене звання) (підпис) (прізвище та ініціали)

ПОГОДЖЕНО:

Завідувач відділу
аспірантури і докторантури
(наукова ступінь та вчене звання)

 В. Б. Селевко
(підпис) (ініціали та прізвище)

Голова наукового товариства
студентів, аспірантів,
докторантів і молодих вчених
(наукова ступінь та вчене звання)

 Т. П. Старовойт
(підпис) (ініціали та прізвище)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни (денна форма навчання)
Кількість кредитів – 5	Галузь знань <u>13 «Механічна інженерія»</u> <small>(шифр та найменування)</small> Спеціальність <u>132</u> <u>«Матеріалознавство»</u> <small>(код та найменування)</small> Освітньо-наукова програма <u>«Матеріалознавство»</u> <small>(найменування)</small> Рівень вищої освіти: третій (освітньо-науковий)	Вибіркова
Кількість модулів – 1		Навчальний рік
Кількість змістовних модулів – 2		2020/2021
Індивідуальне завдання _____ <small>(назва)</small>		Семестр
Загальна кількість годин – 64/86		3-й
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4 самостійної роботи студента – 2.7		Лекції ¹⁾
		32 години
		Практичні, семінарські ¹⁾
		32 години
	Лабораторні ¹⁾	
	- години	
Самостійна робота	86 години	
Вид контролю	модульний контроль іспит	

Примітка

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить:

$$\text{для денної форми навчання } - 64/86 = 0.74$$

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета: засвоєння знань з механічної та фізико-технічної обробки деталей АТ; ознайомлення з необхідним обладнанням та інструментами; щільне вивчення фізико-технічної обробки деталей на основі іонно-плазмової обробки; вивчення процесів взаємодії плазми і оброблюваних поверхонь; технологічні процеси плазмово-іонної технології.

Завдання: вивчення основних методами підготовки механічними засобами деталей АТ для іонно-плазмової обробки; ознайомлення з типовим обладнанням для іонно-плазмової обробки та основними технологічними процесами комбінованих плазмово-іонних методів обробки поверхонь.

Результати навчання: у результаті вивчення дисципліни аспірант повинен оволодіти наступними компетенціями

Загальними:

ЗК01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу

ЗК02. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

Фаховими:

СК01. Здатність виконувати оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання у галузі матеріалознавства та дотичних до нього міждисциплінарних напрямках і можуть бути опубліковані у провідних наукових виданнях з матеріалознавства та суміжних галузей.

СК02. Здатність усно і письмово презентувати та обговорювати результати наукових досліджень та/або інноваційних розробок українською та іноземною мовами, глибоке розуміння іншомовних наукових текстів за напрямом досліджень.

СК05. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми дослідницького характеру, обґрунтовано здійснювати вибір технологій виготовлення, оброблення, випробування матеріалів і виробів для конкретних умов експлуатації, оцінювати та забезпечувати якість виконуваних досліджень.

СК07. Здатність дотримуватись етики досліджень, а також правил академічної доброчесності в наукових дослідженнях та науково-педагогічній діяльності.

СК09. Здатність до продукування нових ідей і розв'язання комплексних проблем наукового пізнання, а також до застосування сучасних методологій, методів та інструментів педагогічної та наукової діяльності в матеріалознавстві та інших технічних науках.

Програмні результати навчання:

ПРН01. Мати передові концептуальні та методологічні знання з матеріалознавства і на межі предметних галузей, а також дослідницькі навички, достатні для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні останніх

світових досягнень з відповідної галузі, отримання нових знань та/або здійснення інновацій.

ПРН02. Вільно презентувати та обговорювати з фахівцями і нефахівцями результати досліджень, наукові та прикладні проблеми матеріалознавства державною та іноземною мовами, кваліфіковано відображати результати досліджень у наукових публікаціях у провідних міжнародних наукових виданнях.

ПРН03. Формулювати і перевіряти гіпотези; використовувати для обґрунтування висновків належні докази, зокрема, результати теоретичного аналізу, експериментальних досліджень і математичного та/або комп'ютерного моделювання, наявні літературні дані.

ПРН04. Розробляти та досліджувати концептуальні, математичні і комп'ютерні моделі процесів і систем, ефективно використовувати їх для отримання нових знань та/або створення інноваційних продуктів у матеріалознавстві та дотичних міждисциплінарних напрямках.

ПРН05. Планувати і виконувати експериментальні та/або теоретичні дослідження з матеріалознавства та дотичних міждисциплінарних напрямків з використанням сучасних інструментів, критично аналізувати результати власних досліджень і результати інших дослідників у контексті усього комплексу сучасних знань щодо досліджуваної проблеми.

ПРН06. Уміти застосовувати сучасні інструменти і технології пошуку, оброблення та аналізу інформації, зокрема, статистичні методи аналізу даних великого обсягу та/або складної структури, спеціалізовані бази даних та інформаційні системи.

ПРН07. Розробляти та реалізовувати наукові та/або інноваційні інженерні проекти, які дають можливість переосмислити наявне та створити нове цілісне знання та/або професійну практику і розв'язувати значущі наукові та технологічні проблеми матеріалознавства з дотриманням норм академічної етики і врахуванням соціальних, економічних, екологічних та правових аспектів.

ПРН08. Розуміти загальні принципи та методичні науки, а також методологію наукових досліджень, застосувати їх у власних дослідженнях у сфері матеріалознавства та у викладацькій практиці.

ПРН09. Вивчати, узагальнювати та впроваджувати в навчальний процес інновації матеріалознавства та інших технічних наук.

ПРН10. Здійснювати пошук та критичний аналіз інформації, концептуалізацію та реалізацію наукових проектів з матеріалознавства.

ПРН12. Знати сучасні підходи та засоби моделювання досліджуваних об'єктів та процесів управління, в тому числі в аерокосмічній галузі, вміти створювати нові, вдосконалювати та розвивати методи математичного і комп'ютерного моделювання складних систем, оптимізації та прийняття рішень

ПРН13. Знати сучасні методи ведення науково-дослідних робіт, інформаційні технології, методи експериментування, що застосовуються в дослідницькій практиці.

Вивчення курсу "Процеси механічної та фізико-технічної обробки, обладнання

та інструмент" базується на загальних знаннях з дисципліни «ІТ в практиці наукових досліджень», «Основи методології наукових досліджень» та є базою для написання наукової роботи.

3. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Основи роботи з Arduino

ТЕМА 1. Вступ до навчальної дисципліни "Процеси механічної та фізико-технічної обробки, обладнання та інструмент"

Предмет вивчення і задачі дисципліни « Процеси механічної та фізико-технічної обробки, обладнання та інструмент».

ТЕМА 2. Основні методи механічної обробки.

Механічні методи обробки деталей АТ, основні засоби та їх технологічні параметри. Основне обладнання для механічної обробки. Точні сні показники при механічній обробці деталей АТ. Підготовка зразків до плазмово-іонної обробки.

ТЕМА 3. Основні поняття і визначення фізики плазми.

Вступ до фізики плазми. Поширеність плазми у природі та загальний обрис її використання в техніці. Основні етапи розвитку вакуумної техніки.

ТЕМА 4. Рух часток плазми та їх генерація. Типи електричного розряду.

Рух нейтральних та заряджених часток. Зіткнення в плазмі. Перетин зіткнення та довжина вільного пробігу. Рівновага та сталий стан в плазмі. Генерація часток плазми. Вольт-амперна характеристика електричного розряду між електродами. Тліючий, магнетронний та дуговий розряд.

Модульний контроль 1.

Змістовий модуль 2.

ТЕМА 5. Установки плазмово-іонної технології. Форвакуумні та дифузійні насоси. Фільтри. Контрольно-вимірювальні пристрої.

Основні параметри вакуумних установок. Механічні форвакуумні та двороторні насоси. Дифузійні парамасляні насоси. Кріогенні насоси. Турбо молекулярні насоси. Вимірювання вакууму. Контроль складу залишкової атмосфери. Системи утворення вакууму.

ТЕМА 6. Технологічні процеси із застосуванням плазми. Процеси осадження покриттів.

Методи генерації плазми. Тліючий розряд. Полий катод. Катодне розпилення. Дуговий розряд.

ТЕМА 7. Магнетронне джерело плазми. Вакуумне дугове джерело плазми.

Стационарний магнетронний розряд. Конструкції магнетронів. Конструкції вакуумних дугових джерел плазми.

ТЕМА 8. Формування зміцнюючих шарів. Процеси іонно-променевої імплантації.

Процеси на поверхні деталей під час плазмово-іонної обробки. Етапи формування зміцнюючих шарів. Утворення хімічних сполук. Радіаційно-стимульована дифузія.

Модульний контроль 2.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	денна форма					
	усьог о	у тому числі				
лекції		прак. р.	лаб.р.	інд.р.	сам.р.	
1	2	3	4	5	6	7
Змістовий модуль 1.						
Тема 1. Загальні положення	12	2	4	-	-	6
Тема 2. Основні методи механічної обробки.	20	4	4	-	-	12
Тема 3. Основні поняття і визначення фізики плазми.	20	4	4	-	-	12
Тема 4. Типи електричного розряду. Рух часток плазми та їх генерація.	20	4	4	-	-	12
Модульний контроль 1.	2	2	-	-	-	-
Разом за змістовим модулем 1	74	16	16	-	-	42
Змістовий модуль 2.						
Тема 5. Установки плазмово-іонної технології. Форвакуумні та дифузійні насоси. Фільтри. Контрольно-вимірювальні пристрої.	18	4	4	-	-	10
Тема 6. Технологічні процеси із застосуванням плазми. Процеси осадження покриттів.	20	4	4	-	-	12
Тема 7. Магнетронне джерело плазми. Вакуумне дугове джерело плазми.	18	4	4	-	-	10
Тема 8. Формування зміцнюючих шарів. Процеси іонно-променевої імплантації.	18	2	4	-	-	12
Модульний контроль 2.	2	2	-	-	-	-
Разом за змістовим модулем 2	76	16	16	-	-	44

Усього годин	150	32	32	-	-	86
--------------	-----	----	----	---	---	----

5. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	-	-

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кільк.Год.
1.	Загальні положення	4
2	Методи механічної обробки	4
3	Типи електричного розряду	4
4	Рух часток плазми та їх генерація	4
5	Установки плазмово-іонної технології	4
6	Технологічні процеси із застосуванням плазми	4
7	Вакуумне дугове джерело плазми	4
8	Процеси іонно-променевої імплантації	4
	Разом	32

7. Темилабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	-	-

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Критерії існування плазми. Дебаївське екранування.	6
2	Рух плазми. Плазмове наближення.	8
3	Електричний розряд між електродами у вакуумній камері.	7
4	Генерація електронів та іонів з поверхні твердого тіла.	7
5	Об'ємна іонізація.	7
6	Рекомбінація	7
7	Осадження покриття на поверхню деталі.	7
8	Принцип дії та конструкція пристроїв для утворення вакууму та контролю його складу.	7

9	Тліючий розряд та катодне розпилення.	8
10	Магнетронне осадження покриттів.	8
11	Отримання покриттів методами термовакуумного випарення.	7
12	Отримання зміцнених шарів методами іонної імплантації.	7
	Разом	86

9. Індивідуальні завдання

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Не передбачено	-

10. Методи навчання

Проведення аудиторних лекцій, лабораторних занять, індивідуальні консультації (при необхідності), самостійна робота аспіранта за матеріалами, опублікованими кафедрою (методичні посібники).

11. Методи контролю

Проведення контролю виконання практичних завдань, письмового модульного контролю, фінальний контроль – у вигляді іспиту.

12. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують студенти

12.1. Розподіл балів, які отримують аспіранти (кількісні критерії оцінювання)

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Модульний контроль	10...21	1	0...25
Змістовний модуль 2			
Модульний контроль	10...21	1	0...25
Виконання індивідуального завдання	0...50	1	0...50
Всього за семестр			0...100

Семестровий контроль (залік) проводиться у разі відмови аспіранта від балів поточного тестування та за наявності допуску до іспиту. При складанні семестрового контрольного заходу аспірант має можливість отримати максимум 100 балів.

Білет для заліку складається з двох теоретичних запитань

12.2. Якісні критерії оцінювання

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки:
Здати модульний контроль.

Необхідний обсяг умінь для одержання позитивної оцінки:
Зробити завдання

12.3 Критерії оцінювання роботи аспіранта протягом семестру

Задовільно (60-74). Мати мінімум знань та умінь. Виконати більшість завдання. Мати уяву про поширеність плазми у природі та загальний обрис її використання в техніці, основні етапи розвитку вакуумної техніки.; вміти знімати вольт-амперна характеристики електричного розряду між електродами; мати уяву про методи генерації плазми, тліючий розряд полий катод, катодне розпилення, дуговий розряд, стаціонарний магнетронний розряд.

Добре (75 - 89). Твердо знати мінімум знань, виконати всі завдання. Знати все про поширеність плазми у природі та загальний обрис її використання в техніці, основні етапи розвитку вакуумної техніки.; вміти знімати вольт-амперна характеристики електричного розряду між електродами; мати уяву про методи генерації плазми, тліючий розряд полий катод, катодне розпилення, дуговий розряд, стаціонарний магнетронний розряд, конструкції магнетронів, конструкції вакуумних дугових джерел плазми.

Відмінно (90 - 100). Повно знати основний та додатковий матеріал. Знати усі теми. Орієнтуватися у підручниках та посібниках. Знати все про поширеність плазми у природі та загальний обрис її використання в техніці, основні етапи розвитку вакуумної техніки.; вміти знімати вольт-амперна характеристики електричного розряду між електродами; мати уяву про методи генерації плазми, тліючий розряд полий катод, катодне розпилення, дуговий розряд, стаціонарний магнетронний розряд, конструкції магнетронів, конструкції вакуумних дугових джерел плазми, етапи формування зміцнюючих шарів, утворення хімічних з'єднань, радіаційно-стимульовану дифузію.

Шкала оцінювання: бальна і традиційна

Сума балів	Оцінка за традиційною шкалою	
	Іспит, диференційований залік	Залік
90 – 100	Відмінно	Зараховано
75 – 89	Добре	
60 – 74	Задовільно	
0 – 59	Незадовільно	Не зараховано

3. Методичне забезпечення

1. Planning of Manufacturing Metal-Cutting Processes. Calculations of Operation Dimensions: Manual to Term Projects / M. K. Knyazyev, S. E. Markovych, B. S. Bilokon ; Min. of Education and Science of Ukraine, M. Ye. Zhukovsky Nat. Aerospace Univ. "Kharkiv Aviation Inst.". - Kharkiv. - National Aerospace University Kharkiv Aviation Institute, 2016. - 144 p. ISBN: 978-966-662-453-9 http://library.khai.edu/library/fulltexts/metod/Knazev_Planning.pdf

2. Андреев А.О., Технологія машинобудування. Основи отримання вакуумно-дугових покриттів // Андреев А.О., Павленко В.М., Сисоев Ю.О. Місце видання: Харків Видавництво: Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського "Харків. авіац. ін-т" : – 2018, – 288 с. ISBN: 978-966-662-605-2 <http://library.khai.edu/library/fulltexts/m2007/Proektirovanieiraschetvakuumnyhsistemispitatelynhstendovitehnologicheskikhustanovok.pdf>

1. Воробйов Ю.А., Сисоев Ю.О. Правила оформлення навчальних і науково-дослідних документів. – 4-те вид., випр. і доп. – Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2019. – 88 с. http://library.khai.edu/library/fulltexts/metod/Vorobjov_Pravila.pdf

14. Рекомендована література

Базова

1. Технологічна підготовка і аналіз точності технологічних процесів виготовлення деталей і складання вузлів : навч. посіб. до лаб. практикуму / П. І. Коваленко, В. А. Заболотний, В. О. Книш, О. В. Заболотний. - Х. - Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського "Харк. авіац. ін-т", 2003. - 64 с. - http://library.khai.edu/library/fulltexts/m2003/Tehnologichna_pidgotovka_i_analiztochnostitehnologichnihprocesivvigtovlennjadetalej_i_skladannjavyuzliv.pdf

2. Белан Н. В. Исследование локальных параметров плазмы в вакуумных технологических установках : определение потенциала плазмы, температуры и плотности электронов: метод. рекомендации по выполнению лаб. работы / Н. В. Белан, В. В. Колесник, С. С. Иващенко, В. П. Колесник, Л. В. Литовченко, Е. А. Исаев. // М-во образования и науки Украины, Нац. аэрокосм. ун-т им. Н. Е. Жуковского "Харьк. авиац. ин-т" ; сост. - Х. - Нац. аэрокосм. ун-т им. Н. Е. Жуковского "Харьк. авиац. ин-т", 2004. - 15с. http://library.khai.edu/library/fulltexts/m2004/Issledovanie_lokalnyh_parametrov_plazmy_v_vakuumnyh_tehnologicheskikh_ustanovkakh.pdf

3. Гайдуков В. Ф., Проектирование и расчет вакуумных систем испытательных стендов и технологических установок : курс лекций / В. Ф. Гайдуков, В. П. Колесник, Л. В. Литовченко, В. В. Колесник [та др.] //; М-во образования и науки Украины, Нац. аэрокосм. ун-т им. Н. Е. Жуковского "Харьк. авиац. ин-т". - К. - Миллениум, 2009. - 172 с .

4. Сысоев Ю.А. Принципы создания смесей газов для технологических плазменных устройств: Методичний посібник. // Харьков Видавництво: Нац.

аэрокосм. ун-т им. Н. Е. Жуковского "Харьк. авиац. ин-т": 2017,–188 с. ISBN: 978-966-662-535-2

http://library.khai.edu/library/fulltexts/metod/Sisoev_Principi_Sozdanija_Smese_i_Gazov.pdf

5. Гайдуков В. Ф., Проектирование и расчет вакуумных систем испытательных стендов и технологических установок : учеб. пособие по курсовому и диплом. проектированию / В. Ф. Гайдуков, В. П. Колесник, Л. В. Литовченко, В. В. Колесник [та др.] ; М-во образования и науки Украины, Нац. аэрокосм. ун-т им. Н. Е. Жуковского "Харьк. авиац. ин-т". - Х. - Нац. аэрокосм. ун-т им. Н. Е. Жуковского "Харьк. авиац. ин-т", 2007. - 205 с. <http://library.khai.edu/library/fulltexts/m2007/Proektirovanieiraschetvakuumnyhsistemispytatelinyhstendovitehnologicheskikhustanovok.pdf>

Допоміжна

1. Цветков И.В. Применение численных методов для моделирования процессов в плазме: Учебное пособие. М.: МИФИ, 2007. - 84 с.

2. Беграмбеков Л.Б. Модификация поверхности твердых тел при ионном и плазменном воздействии. Учеб. пособие. - М.: МИФИ, 2001. - 34 с

3. Хокни Р., Иствуд Дж. Численное моделирование методом частиц: Пер. с англ. М.: Мир, 1987. - 640 с.

4. Бэдсел Ч., Ленгдон А. Физика плазмы и численное моделирование: Пер. с англ. М.: Энергоатомиздат, 1989. - 452 с.

15. Інформаційні ресурси

<https://education.khai.edu/department/202>

<https://k202.tilda.ws/>