

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ЕЛЕКТРОЗВАРЮВАННЯ ім. Є.О.ПАТОНА
НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ
Відділ аспірантури при ІЕЗ ім. Є. О. Патона НАН України

**«Твердофазні процеси формування
нероз'ємних з'єднань матеріалів»**

(назва навчальної дисципліни)

1/П

(шифр за ОП)

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
(СИЛАБУС)**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Заступник директора інституту з
наукової роботи
академік НАН України



[Handwritten signature]

(підпис)

І.В. Кривцун
(ініціали, прізвище)

«06» *липень* 2020 р.

1. Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Третій (освітньо-науковий)	
Галузь знань	13 Механічна інженерія	
Спеціальність	132 Матеріалознавство	
Освітня програма	Матеріалознавство	
Статус дисципліни	Нормативна	
Форма навчання	очна(денна)	
Рік підготовки, семестр	2 курс, весняний семестр	
Обсяг дисципліни	4 кредитів (120 годин)	
Семестровий контроль/ контрольні заходи	екзамен	
Мова викладання	Українська	
Інформація про керівника курсу / викладачів та розклад занять	Розділ дисципліни, викладач	Час проведення лекції (корп.7, кімн. 411)
		модуль 1
	Зварювання в твердій фазі. Загальні положення. <i>Фальченко Ю.В., д.т.н., ст.н.с.</i> Контактний телефон: (044)200-54-06; falchenko@paton.kiev.ua Наукові інтереси: Дослідження процесів утворення з'єднань при нестационарних термодинамічних умовах зварювання тиском однорідних та різнорідних металів, дослідження структури, фазового складу та механічних властивостей зварних з'єднань.	дисципліна викладається згідно розкладу, який можна знайти за посиланням https://paton.kiev.ua/aspiratura-i-doktorantura/poryadok-pidgotovki/rozklad-zanyat/
	Зварювання в твердій фазі з низько силовим впливом <i>Фальченко Ю.В., д.т.н., ст.н.с.</i> Контактний телефон: (044)200-54-06; falchenko@paton.kiev.ua Наукові інтереси: Дослідження процесів утворення з'єднань при нестационарних термодинамічних умовах зварювання тиском однорідних та різнорідних металів, дослідження структури, фазового складу та механічних властивостей зварних з'єднань.	модуль 2
		дисципліна викладається згідно розкладу, який можна знайти за посиланням https://paton.kiev.ua/aspiratura-i-doktorantura/poryadok-pidgotovki/rozklad-zanyat/
	Зварювання в твердій фазі з високо силовим впливом. <i>Фальченко Ю.В., д.т.н., ст.н.с.</i> Контактний телефон: (044)200-	модуль 3
	дисципліна викладається згідно розкладу, який можна знайти за посиланням	

	54-06; falchenko@paton.kiev.ua Наукові інтереси: Дослідження процесів утворення з'єднань при нестационарних термодинамічних умовах зварювання тиском однорідних та різнорідних металів, дослідження структури, фазового складу та механічних властивостей зварних з'єднань.	https://paton.kiev.ua/aspiratura-i-doktorantura/poryadok-pidgotovki/rozklad-zanyat/
Розміщення курсу	Посилання на дистанційний ресурс	

2. Мета, предмет вивчення та результати навчання

Метою навчальної дисципліни є формування у аспірантів компетентностей:

- Здатність проводити критичний аналіз, оцінку і синтез нових та складних ідей (код ЗК 2).
- Здатність переосмислювати наявне та створювати нове цілісне знання та/або професійну практику і розв'язувати значущі соціальні, наукові, культурні, етичні та інші проблеми (код ЗК 3).
- Здатність розроблення та реалізація проектів, включаючи власні дослідження (код ЗК 4).
- Здатність ініціювання дослідницько-інноваційних проектів та автономно працювати під час їх реалізації(код ЗК 5).
- Здатність до самостійного освоєння нових методів дослідження(код ЗК 8).
- Здатність досліджувати проблеми із використанням системного аналізу та інших методів дослідження(код ЗК 9).
- Здатність ініціювати, розробляти і реалізовувати комплексні інноваційні проекти в механічній інженерії та дотичні до неї міждисциплінарні проекти, лідерство під час їх реалізації(код ФК 1).
- Здатність самостійно виконувати наукові дослідження в галузі матеріалознавства на основі сучасних теорій та методів термодинаміки, кінетики процесів в матеріалах, фізики конденсованого стану, та інформаційнокомунікаційних технологій(код ФК 2)
- Здатність проводити теоретичні й експериментальні дослідження, фізико-математичне, фізико-хімічне та комп'ютерне моделювання розроблюваних матеріалів та процесів з метою оптимізації їх властивостей (код ФК 8).
- Здатність використовувати новітні методи досліджень металів і сплавів в науково-дослідницькій діяльності (код ФК 11).

1.2. Основні завдання навчальної дисципліни.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми аспіранти після засвоєння навчальної дисципліни мають продемонструвати такі результати навчання.

Знання:

- методик аналізу та синтезу знань при вирішенні проблем в широкому контексті матеріалознавчих та міждисциплінарних задач, в тому числі, за умов невизначеності чи неповної інформації (код ЗН 1);
- загальних принципів і методів природничих та технічних наук, а також методології наукових досліджень, їх застосування у власних дослідженнях у сфері матеріалознавства (ЗН 3);
- новітніх світових досягнень науки, техніки та технологій в галузі матеріалознавства та суміжних сферах (ЗН 5);
- закономірностей керування складом, структурою та властивостями матеріалів різної природи та функціонального призначення (код ЗН 7);

Уміння:

- Використовувати необхідні для обґрунтування висновків докази, зокрема, результати теоретичного аналізу, експериментальних досліджень і математичного та/або комп'ютерного моделювання, наявні емпіричні дані(код УМ 2);
- Застосовувати логіку та методологію наукового пізнання(код УМ 3);
- Застосовувати аналіз та синтез знань при вирішенні проблем в широкому контексті матеріалознавчих та міждисциплінарних задач, в тому числі, за умов невизначеності чи неповної інформації(код УМ 4);
- Забезпечувати оригінальні розробки та ідей в контексті наукового дослідження(код УМ 5);
- Орієнтуватися в сучасних тенденціях та потребах суспільства з метою їх використання в професійній галузі; проявити вищу ступінь відповідальності за соціальні, культурні та екологічні наслідки комплексної технічної діяльності в контексті сталого розвитку; виявити готовність до ведення технічної діяльності з дотриманням етичних норм(код УМ 6);
- синтезувати знання та формулювати висновки, обґрунтовувати їх для фахової та нефахової аудиторії (код УМ 8);
- На основі аналізу потреб виробництва формулювати вимоги щодо рівня властивостей нових матеріалів(код УМ 10);
- генерувати нові ідеї для вирішення науково-дослідних проектів та дослідницько-конструкторських робіт (код УМ 12);
- Практично визначати умови необхідні для реалізації процесу з'єднання матеріалів в твердій фазі(код УМ 18).

3. Перереквізити навчальної дисципліни: знати основні розділи фізики; молекулярна фізика, динаміка, кінетика; розділи математики: алгебра, елементи аналізу, геометрія, диференційне й інтегральне числення; здатність продемонструвати розуміння ширшого міждисциплінарного інженерного контексту і його основних принципів; питання використання технічної літератури та інших джерел інформації в матеріалознавстві; основні поняття термодинамічного підходу до створення матеріалів; Особливості побудови діаграм.

Постреквізити: в результаті вивчення дисципліни будуть отримані знання та уміння, щодо основних способів зварювання в твердій фазі, їх характеристик, основні переваги та недоліки, сфери застосування, гіпотези утворення зварного з'єднання, критерії визначення параметрів зварювання металів в однорідному та різнорідному сполученні, їх вплив на структуру та механічні властивості з'єднань, основні технологічні прийоми

зварювання. Вплив низько- та високо інтенсивної деформації на формування структури та дифузійні процеси при утворенні з'єднань. Отримані навички дозволять проводити критичний аналіз проблеми та синтезувати нові ідеї, досліджувати проблеми із використанням системного аналізу, критично осмислювати наукові факти, гіпотези, теорії, самостійно виконувати наукові дослідження в галузі матеріалознавства на основі сучасних теорій та методів термодинаміки, кінетики процесів в матеріалах, фізики конденсованого стану, та інформаційно-комунікаційних технологій, узагальнювати результати сучасних досліджень структури та властивостей матеріалів для вирішення наукових і практичних проблем, на основі фундаментальних та спеціальних знань, проводити теоретичні й експериментальні дослідження, фізико-математичне, фізико-хімічне та комп'ютерне моделювання процесів з метою оптимізації властивостей матеріалів, використовувати новітні методи досліджень металів і сплавів в науково-дослідницькій діяльності

4. Вимоги навчальної дисципліни:

Вивчення курсу «Твердофазні процеси формування нероз'ємних з'єднань матеріалів» являється вибірковим. Об'єм навчального навантаження складає 4 кредити із них 32 години - лекції, 8 годин -практичні заняття, 80 годин – самостійна робота. Вивчення наукової дисципліни вимагає обов'язкове відвідування аудиторних занять, активну участь в обговоренні питань, якісне і своєчасне виконання завдань самостійної роботи, а також участь у всіх видах контролю.

5. Характеристика дисципліни.

Завдання учбової дисципліни: Освоїти сучасні поняття та уявлення щодо процесів формування нероз'ємних з'єднань з матеріалів в однорідному та різнорідному сполученні

Мета викладання дисципліни: Опанувати загальні уявлення щодо процесів утворення з'єднань при зварюванні тиском металів та сплавів в однорідному та різнорідному сполученні та формування їх мікроструктури та механічних властивостей внаслідок дії термодинамічних циклів зварювання.

План викладання дисципліни.

Назви розділів і тем	Кількість годин				
	Всього	у тому числі			
		Лекції	Практичні (семінарські)	Лабораторні	СРА
1	2	3	4	5	6
<i>Розділ 1.Зварювання в твердій фазі. Загальні положення.</i>					
<i>Тема 1.1. Класифікація способів зварювання тиском</i>	7	2	2	-	3
<i>Тема 1.2. Теоретичні основи зварювання матеріалів в твердій фазі.</i>	6	2	-	-	4
<i>Тема 1.3. Математичні методи оптимізації параметрів процесу зварювання.</i>	5	2	-	-	3
<i>Тема 1.4. Особливості конструкції установок для дифузійного зварювання.</i>	7	2	2	-	3
<i>Тема 1.5. Технологічні прийоми</i>	8	2	2	-	4

1	2	3	4	5	6
<i>дифузійного зварювання.</i>					
<i>Тема 1.6. Дослідження зони з'єднання зразків за допомогою методу мікроіндентування.</i>	5	2	-	-	3
Разом за розділом 1	38	12	6	-	20
<i>Розділ 2. Зварювання в твердій фазі з низькосиловим впливом.</i>					
<i>Тема 2.1. Дифузійне зварювання однорідних металів.</i>	10	4	-	-	6
<i>Тема 2.2. Дифузійне зварювання композиційних матеріалів.</i>	5	2	-	-	3
<i>Тема 2.3. Дифузійне зварювання інтерметалідних сплавів.</i>	5	2	-	-	3
<i>Тема 2.4. Особливості дифузійного зварювання різнорідних металів.</i>	10	4	-	-	6
<i>Тема 2.5. Піноматеріали. Загальні положення. Дифузійне зварювання піноалюмінію.</i>	5	2	-	-	3
Разом за розділом 2	35	14	-	-	21
<i>Розділ 3. Зварювання в твердій фазі з високосиловим впливом.</i>					
<i>Тема 3.1. Особливості ударного зварювання в вакуумі однорідних металів.</i>	7	2	2	-	3
<i>Тема 3.2. Особливості ударного зварювання в вакуумі різнорідних металів</i>	5	2			3
<i>Тема 3.3. Класифікація дефектів зварних з'єднань.</i>	5	2	-	-	3
Разом за розділом 3	17	6	2	-	9
<i>Екзамен</i>					30
Всього годин	120	32	8	-	80

6. Контроль знань.

Система рейтингових (вагових) балів та критерії оцінювання

1. Робота на практичних заняттях

Ваговий бал – 2,7. Максимальна кількість балів на всіх практичних заняттях дорівнює $2,7 \times 15 = 40$ балів (2,7 балів - відповідь на питання, 0 балів - відсутність відповіді)

2. Штрафні бали

Відсутність на лекції, або на практичному занятті без поважної причини **-1 бал**;

Розрахунок шкали (R) рейтингу:

Сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру складає:

$$R_c = 40 \text{ балів}$$

На екзамені аспіранти виконують письмову контрольну роботу. Кожне завдання містить три теоретичних питання. Перелік питань наведено у робочій навчальній програмі. Кожне питання оцінюється у 20 балів.

Система оцінювання питань:

- «відмінно» - повна відповідь (не менше 95% потрібної інформації) – 19-20 балів;
- «дуже добре» - майже повна відповідь (не менше 85% потрібної інформації) – 17-18 балів;
- «добре» - достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації, або незначні неточності) – 15-16 балів;
- «задовільно» - неповна відповідь (не менше 65% потрібної інформації та деякі помилки) – 13-14 балів;
- «достатньо» - неповна відповідь із значними недоліками (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки) – 12 балів;
- «незадовільно» - загалом неправильна відповідь, або її відсутність – 0...11 балів.

$R_E=60$ балів

Сума стартових балів і балів за іспитову контрольну роботу переводиться до іспитової оцінки згідно з таблицею:

Бали $R_D = R_C + R_E$	Екзаменаційна оцінка
95...100	Відмінно
85...94	Дуже добре
75...84	Добре
65...74	Задовільно
60...64	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
$R_C < 8$	Не допущено

7. Список базової літератури.

1. Э.С. Каракозов Соединение металлов в твердой фазе. М. Metallurgy, 1976, 262 с.
2. Э.С. Каракозов Соединение металлов давлением. М. Машиностроение, 1986, 275 с.
3. Конюшков Г.В., Мусин Р.А. Специальные виды сварки давлением Учебное пособие. АйПиЭр Медиа, 2009., 631 с.
4. Казаков Н.Ф. Диффузионная сварка материалов. М., Metallurgy. 1976, 360 с.
5. Н.Ф. Казаков. Диффузионная сварка материалов М. Машиностроение, 1976, 311 с.

6. Конюшков Г.В., Копылов Ю.Н. Диффузионная сварка в электронике / М.: Энергия. - 1974. – 167 с.
7. Шинк Х. Теория инженерного эксперимента. М. Мир., 1972, 381С.
8. Казаков Н.Ф. Жуков В.В. Оборудование для диффузионной сварки. Сборник №7. М., «Полиграфист», 1973, 237 с.
9. Кочергин К.А. Сварка давлением / К.А. Кочергин // Ленинград: Машиностроение. - 1972. - 216 с.
10. Булычев С. И., Алехин В. П. Испытание материалов непрерывным вдавливанием индентора. — М.: Машиностроение, 1990. — 224 с.
11. В.А. Бачин, В.Ф. Квасницкий, Д.И. Котельников. Теория. Технология и оборудование диффузионной сварки. М. Машиностроение, 1991, 351с.
12. Лашко С.В. Пайка металлов. Москва: Машиностроение, 1988. 376 с.
13. Панин В.Ф., Гладков Ю.А. Конструкции с наполнителем: Справочник. Москва, Машиностроение, 1991. 272 с.
14. Metallurgy and technology of titanium and its alloys. Под ред. В.Н. Замкова, К. Наукова думка, 1986, 239 с.
15. Гуревич С.М. Справочник по сварке цветных металлов. Киев. Наукова думка, 1990. – 511 с.
16. П.И. Полухин, Г.Я. Гун, А.М. Галкин Сопротивление пластической деформации металлов и сплавов. Справочник. М. Metallurgy.1976, 489 с.
17. Тялина Л.Н., Минаев А.М., Пручкин В.А. (2011) Новые композиционные материалы: учебное пособие. Тамбов. ГОУ ВПО ТГТУ.
18. Ковтунов А.И., Мямин С.В., Семистенова Т.В. (2017) Слоистые композиционные материалы: электронное учебное пособие. Тольятти. ТГУ.
19. Sonia Simoes, Filomena Viana, Manuel F. Viera Joining technology of γ -TiAl alloys/ 2017, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP) 154 h/
20. Барабаш О.М., Коваль Ю.Н. Структура и свойства металлов и сплавов. Справочник. Кристаллическая структура металлов и сплавов. Киев, Наукова думка, 1986. - 598 с.
21. К.Е. Чарухина, С.А. Голованенко, В.Е. Мастеров, Н.Ф. Козаков. Биметаллические соединения – М.: Metallurgy, 1970. – 254 с.
22. А.Д. Жуков Высокопористые материалы: структура и теплоперенос. МГСУ Техническая литература. 2014.
23. С.В. Белов, П.А. Витязь, В.К. Шелег Пористые проницаемые материалы. Metallurgy, 1987.
24. Д.С. Герцрикен, В.Ф. Мазанко, В.М. Фальченко импульсная обработка и теплоперенос в металлах при низких температурах. Киев, Наукова думка, 1991, 205 с.
25. Д.В. Миронов, В.Ф. Мазанко, Д.С. Герцрикен. Теплоперенос в металлах при действии магнитных полей и импульсных деформаций, 2011. 275 с.