

Донбаська державна машинобудівна академія (ДДМА)

Кафедра Обладнання і технології зварювального виробництва

**“ЗАТВЕРДЖУЮ”**

Перший проректор, проректор  
з науково-педагогічної та  
методичної роботи

\_\_\_\_\_ А.М. Фесенко

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2024 року

*РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ*

**«Методи дослідження матеріалів для зварювання та наплавлення»**

рівень вищої освіти	третій (освітньо-науковий)
ступінь вищої освіти	доктор філософії
галузь знань	13 Механічна інженерія
спеціальність	<u>132 «Матеріалознавство»</u>
спеціалізація	Зварювання та споріднені процеси і технології

Факультет Інтегрованих технологій і обладнання (ФІТО)  
(назва інституту, факультету, відділення)

Денна (заочна) форма навчання

2024 рік

Робоча програма «Методи дослідження матеріалів для зварювання та наплавлення» для аспірантів Спеціальності 132 «Матеріалознавство»,  
професійного спрямування «Зварювання та споріднені процеси і технології»

Розробник: доцент Гринь Олександр Григорович

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри Обладнання і технології зварювального виробництва

Протокол від “10” червня 2024 року № 16

Завідувач кафедри ОіТЗВ

\_\_\_\_\_ (Макаренко Н.О.)  
(підпис) (прізвище та ініціали)  
“ ” \_\_\_\_\_ 2024 року

Схвалено Вченою радою Факультету інтегрованих технологій і обладнання \_\_\_\_\_

Протокол від “ 24 ” червня 2024 року № \_\_\_\_\_

“ ” \_\_\_\_\_ 2024 року Голова \_\_\_\_\_ (Гринь О.Г.)  
(підпис) (прізвище та ініціали)

©ДДМА, 2024 рік

## 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		Денна форма	Заочна форма
Кількість кредитів – заочна прискорена 4,0	Галузь знань <u>13.</u> "Механічна інженерія " <u>132.</u> «Матеріалознавство» третій (освітньо-науковий) рівень	Цикл вибіркового професійно-орієнтованих дисциплін	
Модулів – 1	Професійне спрямування: «Зварювання та споріднені процеси і технології»	<b>Рік підготовки:</b>	
Змістових модулів – 3		2-й	-
Індивідуальне науково-дослідне завдання _____ (назва)		<b>Семестр 3</b>	
Загальна кількість годин		90	
Тижневих годин: аудиторних – 3 самостійної роботи студента – 5	Освітньо-кваліфікаційний рівень: Доктор філософії		
		<b>аудиторні</b>	
		30	
		<b>Самостійна</b>	
		60	
		Вид контролю: іспит	

### Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить: 30/60

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета вивчення дисципліни полягає в придбанні майбутніми фахівцями здібності творчого підходу при вирішенні задач використання відомих і розроблення нових матеріалів для зварювання (наплавлення), раціонального використання матеріалів на основі вдосконалення методів розрахунку. Забезпечити на основі ступеня магістра підготовку наукових і науково-педагогічних кадрів у сфері матеріалознавства шляхом здобуття ними компетентностей, достатніх для провадження організаційної діяльності, виконання оригінальних наукових досліджень, результати яких мають наукову новизну, теоретичне та практичне значення, а також їх підтримку в ході підготовки дослідницької роботи.

Завдання дисципліни

Вивчення дисципліни передбачає придбання аспірантами:

- оволодіння сучасними методами розрахунків зварювально-технологічних характеристик електродних матеріалів;
- вміння аналізувати умови експлуатації зварних конструкцій та призначати відповідні конструкційні матеріали з оптимальними властивостями;
- знань властивостей металічних конструкційних матеріалів і покриттів, що застосовують у машинобудуванні та процеси їхнього отримання;
- знань методів і засобів досліджень, випробувань, діагностики та контролю якості деталей машин, матеріалів, покриттів та технологічних процесів їх виробництва;
- моделювання поведінки матеріалів, оцінка та прогнозування їхніх експлуатаційних характеристик;
- навичок практичного застосування методик дослідження зварювальних матеріалів і покриттів.

Навчальний матеріал, який пропонується за даною програмою, має відомості, необхідні аспірантам для формування знань про способи управління якостями поверхні, методах вибору і розрахунку складу нанесеного покриття, що дозволяє в процесі подальшої виробничої діяльності реалізувати новий підхід до вибору матеріалів і технологій, які забезпечують підвищення довговічності деталей.

### **3. Програма навчальної дисципліни**

#### **Змістовний модуль 1. Розрахунок і дослідження електродних матеріалів**

Тема 1.1 Розрахунки складу електродних матеріалів.

Тема 1.2 Дослідження впливу складу електродних матеріалів на характеристики процесу плавлення.

Тема 1.3 Дослідження захисних властивостей газо-шлакоутворюючої складової електродних матеріалів.

Тема 1.3 Оцінка технологічних і енергетичних характеристик процесу наплавлення.

Тема 1.4 Дослідження формування наплавленого металу та його властивості.

Тема 1.5 Методи визначення будови наплавленого металу

#### **Змістовний модуль 2. Планування експерименту**

Тема 2.1 Повний факторний експеримент. Дробний факторний експеримент.

Тема 2.2 Обробка результатів експерименту з допомогою програми Statistica.

Тема 2.3 Аналіз і оформлення результатів дослідження.

### **4.3 ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ**

Практичне заняття 1 Розрахунок складу порошкового дроту та електродів відповідно до заданого складу наплавленого металу. (4год)

Практичне заняття 2 Розрахунок складу металу зварного шву, виконаного на легованій сталі. (2год)

Практичне заняття 3 Виготовлення самозахисного порошкового дроту та визначення коефіцієнту заповнення. (2год)

Практичне заняття 4 Оцінювання технологічних і енергетичних характеристик процесу наплавлення. (2год)

Практичне заняття 5 Оцінювання характеристик металу зварного шву та наплавленого металу. (2год)

Практичне заняття 6 Планування експерименту. (2год)

Практичне заняття 7 Обробка результатів експерименту. (2год)

## 5. МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

При вивченні даної навчальної дисципліни необхідно звернути увагу на творчий підхід до вирішення наукових задач та розуміння механізмів виникнення явищ. Необхідною умовою успішного вирішення питання є всебічний аналіз щодо проблеми яка вирішується, самостійна робота з джерелами інформації у бібліотеці Академії та у наукових бібліотеках України, використання навчання та електронних ресурсів за допомогою мережі Інтернет, тісне співробітництво з аспірантами різних років навчання та зі своїми науковими керівниками, індивідуальні консультації викладачів ДДМА та інших профільних вищих навчальних закладів, включаючи докторантів, більш досвідчених аспірантів та технічних працівників; активна робота у складі проектних команд при виконанні держбюджетних та госпдоговірних тем, участь у розробці звітних матеріалів, оформленні патентів та авторських свідоцтв.

### Критерії оцінювання знань аспірантів

Оцінювання знань аспірантів здійснюється за 100-бальною системою з подальшим переведенням в систему ECTS.

#### Критерії оцінювання підсумкового контролю.

Завдання до контролю складається з двох теоретичних питань, завдань з тестового контролю і задачі.

Вид завдання	Критерії оцінювання	Кількість балів
Теоретичне питання 1	Теоретичні питання містять перелік основних тем курсу. Оцінюються за повнотою відповіді на поставлене питання.	25 балів
Теоретичне питання 2		25 балів
Тестове завдання	Теоретичні тестові завдання містять перелік основних тем курсу Оцінюється повною кількістю балів у разі вірної відповіді на поставлене завдання	15 балів
Задача 1	Аспірант має вірно навести формули, зробити розрахунки, якщо потрібно висновки. Оцінюється повною кількістю балів у разі вірного наведення формул та зроблених розрахунків	35 балів
Разом		100

## Відповідність балів шкалі ECTS

Оцінка в системі ECTS в залежності від балів						
A	B	C	D	E	FX	F
90-100	81-89	75-80	65-74	55-64	30-54	0-29

Оцінювання знань аспірантів проводиться за рейтинговою стобальною системою.

## VI НАВЧАЛЬНО – НАУКОВІ МАТЕРІАЛИ

1. Походня И. К. Сварка порошковой проволокой : монография / И. К. Походня, А. М. Суптель, В. Н. Шлепаков. – К.: Наукова думка, 1972. – 223 с.
2. Металлургия дуговой сварки. Взаимодействие металла с газами / И. К. Походня и др. – К. : Наукова думка, 2004. – 448 с.
3. Гаврилов С. Н. Разработка самозащитной порошковой проволоки для сварки аустенитных хромоникелевых сталей в монтажных условиях: дис. канд. техн. наук : 05.03.06 / Гаврилов Сергей Николаевич ; Кубан. нац. техн. ун-т. – Краснодар, 2007. – 217 с.
4. Muysen L., Nooijens A. J. Het oplassen met Co-Cr-X legeringen / Muysen L., Nooijens A. J. // Lastechnik. – 1978. – N 9. – P. 157–162.
5. Гринь А.Г. Комплексное исследование характеристик порошковых проволок: учебное пособие / А. Г. Гринь, С. В. Жариков, А. А. Богуцкий. – Краматорськ : ДДМА, 2016. – 132 с.
6. Пат. 32073 Украина, МПК<sup>7</sup> В 23 К 35/40, В 23 К 35/365. Состав порошковой проволоки для сварки меди / Гринь А. Г., Свиридов А. В., Ивасенко Н. Н. – u 200704177 ; заявл. 16.04.2007 ; опубл. 12.05.2008, Бюл. № 9. – 2 с.
7. Коринец И. Ф. Нагрев и плавление порошковой проволоки для сварки аустенитной стали / И. Ф. Коринец, В. П. Бойко, Д. В. Бойко // Вестник ДГМА. – Краматорск, 2010. – № 2 (29). – С. 141–146.
8. Управление качеством наплавки через материал оболочки порошковой проволоки / А. Г. Гринь, В. М. Карпенко, А. А. Богуцкий, И. А. Бойко // Вісник ДДМА. – Краматорськ, 2006. – № 2 (4). – С. 22–26.
9. Влияние состояния поверхности порошковой проволоки на сварочно-технологические свойства / Бойко И.А., Гринь А.Г.// Сварочное производство. – 2014. – № 7. – С. 8–13
10. Хренов К.К. Электрическая сварочная дуга.- Киев: Машгиз, 1949, - 216с.
11. А.с. 1119798 СССР, МКИ В 23 К 28/00. Способ оценки устойчивости электрической сварочной дуги/ Л.М. Куплевацкий, В.М. Карпенко, М.Г. Лившиц, С.А. Шоно (СССР). – заявл. 26.09.83; опубл., 1984, Бюл. № 2.- С. – 41.
12. Ерохин А.А. Основы сварки плавлением. Физико-химические закономерности. – М: Машиностроение. 1973. – 448с.

13. А.с. 910384 СССР, МКИ В 23 К 28/00. Способ оценки устойчивости сварочных материалов к пористости. / В.М. Карпенко, Л.М. Куплевацкий, М.Г. Лившиц, С.А. Шоно (СССР). – заявл. 2.06.80; опубл., 1982, Бюл. № 9.- С. – 41.
14. А. с. 1625628 СССР, МКИ В 23 К 28/00. Способ оценки склонности сварочных материалов к пористости / В. М. Карпенко, В. Д. Кассов, А. В. Грановский, А. Г. Гринь (СССР). – № 4653624/27 ; заявл. 21.02.89 ; опубл. 07.02.91, Бюл. № 5. – С. 45.
15. А. с. 1097473 СССР, В 23 К 35/40. Способ оценки кроющей способности сварочного шлака / В. М. Карпенко, М. Г. Лившиц, А. Г. Гринь (СССР). –№ 3579045/25-27 ; заявл. 12.04.83 ; опубл.15.06.84, Бюл. № 22. – С. 49.
16. Винарский М.С., Лурье М.В. Планирование эксперимента в технологических исследованиях. – Киев: Техніка, 1975. – 166с.
17. Юзвенко Ю. А. Модель плавления самозащитной порошковой проволоки / Ю. А. Юзвенко, Г. А. Кирилюк, С. Ю. Кривчиков // Автоматическая сварка. – 1983. – №1 (358). – С. 26-29.
18. Билык Г. Б. Повышение стабильности плавления самозащитной порошковой проволоки / Г. Б. Билык // Сварочное производство : науч.-техн. и произв. журн. – 1986. – № 4. – С. 10–13.
19. Зареченский А. В. Влияние теплообмена между шихтой и оболочкой ленточного порошкового электрода на производительность его расплавления / А. В. Зареченский // Сварочное производство : науч.-техн. и произв. журн. – 1981. – № 1. – С. 14–19.
20. Жудра А.П. Влияние графита на кинетику перехода углерода в сварочную ванну при наплавке порошковой проволокой / А.П. Жудра, С.Ю. Кривчиков, В.В. Петров// Автоматическая сварка. – 2006. - №11. – С.52-54.
21. Патент на корисну модель 32664 Україна МПК (2006) В23К 28/00. Спосіб оцінки рівномірності плавлення самозахисного порошкового дроту / О. Г. Гринь, В. М. Карпенко, І. А. Бойко; власник Донбас. держ. машинобуд. акад. – № u200800345; заявл. 10.01. 2008; опубл. 26.05.2008, Бюл. № 10. – 2 с.
22. Гринь А. Г. Методика оценки отделимости шлаковой корки / А. Г. Гринь, А. А. Богуцкий // Автоматическая сварка. – 1996. – № 3. – С. 58–59.
23. Гринь А. Г. Отделимость шлаковой корки при наплавке самозащитной порошковой проволокой / А. Г. Гринь, В. М. Карпенко, И. А. Бойко // Вісник Донбаської державної машинобудівної академії. – Краматорськ, 2006. – № 3 (5). – С. 169–173.
24. Стреленко Н.М. Флюс для электродуговой наплавки, обеспечивающий высокотемпературную отделимость шлакового покрытия / Н.М. Стреленко, Л.А. Жданов, И.А. Гочаров// Автоматическая сварка. – 2014. - №6-7. – С.90-94.
25. Гринберг Н.А. Факторы, влияющие на отделимость шлаковой корки от шва/ Н.А. Гринберг, Е.М. Рогова // Сварочное производство. – 1960. №11. – С.2-5.
26. Походня И.К. Механизм сцепления шлаковой корки с поверхностью шва / И.К. Походня, И.Ф. Явдоцин, В.И. Карманов // Автоматическая сварка. – 1974. - №5. – С. 5-9.

27. Патент на корисну модель 25928 Україна МПК (2006) В 23К 28/00. Спосіб оцінки відділення шлакового покриття від поверхні наплавленого металу / О. Г. Гринь, В. М. Карпенко, І. А. Бойко, О. А. Богуцький ; власник Донбас. держ. машинобуд. акад. – № u200704597 ; заявл. 25.04.2007; опубл. 27.08.2007, Бюл. № 13. – 3 с.

28. Отделимость шлаковой корки при дуговой сварке (обзор) [Текст]. Ч. 2. Характер влияния основных факторов на отделимость шлаковой корки / С. И. Моравецкий // Автоматическая сварка. - 2011. - N 2. - С. 22-26

29. Власов А.Ф. Наплавлення: навчальний посібник /А.Ф. Власов, В.Д. Кузнецов, Н.О. Макаренко, О.А. Богуцький, Краматорськ : ДДМА, 2010. – 332 с.

30. Артамонов В. В. Приспособление для определения горячей твердости металла / Артамонов В. В., Хитров О. Н., Артамонов В. П. // Электрические станции. - 2007. - № 2.- С.66-69

31. Патент на корисну модель 78770 Україна МПК G 01 N 3/40 (2006.01), G01N 3/54 (2006.01). Спосіб визначення твердості матеріалу при підвищених температурах / І. О. Бойко, О. Г. Гринь; власник Донбас. держ. машинобуд. акад. – № u201212755; заявл. 09.11.2012; опубл. 25.03.2013, Бюл. № 6. – 5 с.

32. Патент на корисну модель 102188 Україна МПК G 01 N 3/40 (2006.01), G01N 3/54 (2006.01). Спосіб визначення якості формування наплавленого валика / О. Г. Гринь, С.В. Жаріков, О.Д. Дудинський, В.О. Рубан; власник Донбас. держ. машинобуд. акад. – № u201502296; заявл. 16.03.2015; опубл. 26.10.2015, Бюл. № 6. – 3 с.

33. Пустогвар А.В. О методике расчета сварочной порошковой проволоки // Вестник СумДУ, 2000 №15, с 113-117

34. А.с. 593873 СССР, Кл. В 23К 35/368. Состав порошковой проволоки/ Карпенко В.М, Журба В.Т., Билык Г.Т. Заявл. 05.11.76, опубл. 25.02.78. – Бюл. №7.

35. А.с. 325138 СССР, Кл. В 23К 35/30, 35/34. Порошковая проволока для наплавки / Лейначук В.И, Овсиенко В.П. Заявл 03.01.71, опубл. 01.01.72. – Бюл. №3.

36. А.с. 500953 СССР, Кл. В 23К 35/36, 35/36. Шихта для порошковой проволоки./ Зуев В.Е. Заявл. 17.09.94, опубл. 30.01.76. – Бюл. №4.

37. А.с. 458407 СССР, Кл. В 23К 35/36. Порошковая проволока / Юзвенко Ю.А, Мозюк В.М. Заявл. 05.07.73, опубл. 30.01.75. - Бюл №4.

38. А.с. 457707 СССР, Кл. В 23К 35/36. Порошковая проволока./ Миличенко С.Л, Александров А.Г. Заявл. 10.01.73, опубл. 25.05.74. - Бюл. №19.

39. А.с. 738250 СССР, Кл. В 23К 35/368, № 738250. Состав порошковой проволоки. Карпенко В.М, Кошевой А.Д. Заявл. 18.10.78., опубл.0.04.78. – Бюл. 23.

41. А.с. 580081 СССР, Кл. В 23К 35/30. Состав порошковой проволоки / Карпенко В.М., Кошевой А.Д. Заявл. 04.06.76, опубл. 15.11.77. – Бюл. №42.

42. Карпенко В.М. Исследование условий повышения стойкости наплавленного инструмента для холодной штамповки. Канд.дис. Краматорск, 1970. - 166 с.
43. А.с. 689076 СССР, Кл. В 23К 35/368. Состав порошковой проволоки / Шоно С.А., Карпенко В.М. Заявл. 12.07.78., опубл. 03.04 .79.
44. А.с. 720885 СССР, Кл. В 23К 35/36. Шихта порошковой проволоки / Карпенко В.М, Поздеев В.И. Заявл. 11.10.78., опубл. 21.05.79. – Бюл. №22.
45. А.с. 693597 СССР, Кл. В 23К 35/368. Состав порошковой проволоки для наплавки / Шоно С.А., Карпенко В.М . Заявл. 24.03.78., опубл. 10.12.78. – Бюл. №44.
46. А.с. 750882 СССР, Кл. В 23К 35/368. Состав порошковой проволоки для наплавки / Шоно С.А., Карпенко В.М. Заявл. 15.02.79., опубл. 12.12.79. – Бюл. №45.
47. А.с. 849651 СССР, Кл. В 23К 35/36. Шихта порошковой проволоки / Карпенко В.М., Билык Г.Б. Заявл. 10.04.80., опубл. 23.01.81. – Бюл. №1.
48. Шлепаков В.Н., Наумейко С.М. Влияние поверхностного натяжения солеоксидных сварочных шлаков на показатели сварочно-технологических свойств самозащитных порошковых проволок // Автоматическая сварка. - №11, 2001 – С.24-27.
49. Шлепаков В.Н. Современные методы исследования прогнозирования и оценки свойств сварочных порошковых проволок. // Автоматическая сварка, 2005. - №9. С 3-
50. А.С. СССР, Кл. В 23К 35/36, № 635836. Шихта порошковой проволоки. Шоно С.А., Куплевацкий Л.М. Заявл.20.07.77.
51. Патент на корисну модель 93865 Україна МПК (2006.01) В23К 35/40./ Склад порошкового дроту /Гринь О.Г., Жаріков С.В., Дудинський О.Д., Рубан В.О. – № u201401543 ; заявл. 17.02.2014 ; опубл. 27.10.2014, Бюл. № 20. – 2 с.
52. Патент на корисну модель 83646 Україна МПК В23К 35/30 (2006.01). Склад самозахисного порошкового дроту для наплавлення пресового інструмента /Гринь О.Г., Бойко І.О., Гринь В.О. – № u201302579; заявл. 01.03.2013; опубл. 25.09.2013, Бюл. № 18. – 5 с.
53. Патент на корисну модель 93865 Україна МПК (2006.01) В23К 35/40. Склад порошкового дроту / ГриньО.Г.,Жаріков С.В., Богуцький О.А. – № u201401543 ; заявл. 17.02.2014; опубл. 27.10.2014, Бюл. № 20. – 2 с.
54. Касаткин О.Г. Оценка энергетических параметров сварочной цепи /О.Г.Касаткин // Автоматическая сварка. - 1986. - № 2. - С.26-29.
55. Гулаков С. В. Устройство для оценки средневзвешенных значений энергетических параметров процесса дуговой наплавки / С. В. Гулаков, В. В. Матвиенко, Я. В. Матвиенко // Захист металургійних машин від поломок: зб. наук. пр. / ПДТУ. - Маріуполь, 2005. - Вип. 8. - С. 240-242.
56. Системы анализа изображений и моделирования структур SIAMS Photolab™ / Компания SIAMS. – Режим доступа: [http://www.siams.com/products/photolab/siams\\_photolab.htm](http://www.siams.com/products/photolab/siams_photolab.htm)
57. Юзвенко Ю.А. Порошковая проволока для наплавки // Автоматическая сварка – 1972, - №5 – с. 67-70.

58. Юзвенко Ю.А., Керамин Г.А., Защита металла при наплавке порошковой проволоки открытой дугой // Автоматическая сварка – 1974 - №1 – с. 58-60.
59. Пацекин В.П., Злотников Л.Н., Рахимов К.З. и др. Порошковая проволока сложного сечения // Автоматическая сварка – 1967 -№11 – с. 60-62.
60. Керамин Г.А. Легирование электродных капель и химическая неоднородность наплавленного металла. // Автоматическая сварка -1981 - №3 – с. 29-31
61. Опарин Л.И., Фруммин И.И. Исследование распределения легирующих элементов в наплавленном металле. // Автоматическая сварка – 1971 - №4 – с. 66-67.
62. Пацкевич И.Р., Хейфец Л.А. О химической макронеоднородности слоя, наплавленного порошковой проволоки в углекислом газе // Автоматическая сварка – 1971 - №4 – с. 66-67.
63. Intercalation of carbons, cones and graphite with potassium and sodium /H.Marsh, N. Murdie, I.A.S. Edwards, H-P. Bochm // Chem. and Phys Carbon. - 1987 - v.20 - p.260-272
64. Klonda K.,Lisy F.,Spalova J., Intercalarnisloucemy graphite - kov. // Nucleon. - 1981 - №4 - p.21-27.
65. Hofman U.,Rudorff W. The formation of salts from graphite by strong acids // Trans Faraday Cos. - 1938 - v.84. - p.1017-1021.
66. Надежность и долговечность машин / Под ред. Б.Н. Косницкого - К.: Техника, - 1975 - с.405
67. Костецкий Б.И. Трение, смазки и износ в машинах - К.:Техника - 1970 - с. 363.
68. Походня И.К., Пальцевич А.П. Хроматографический метод определения количества диффузионного водовода в сварных швах//Автоматическая сварка. – 1980.- №1. – С.36-40.
69. Новик Ф.С., Арсов Я.Б. Оптимизация процес сов технологи метал лов методами планирования экспериментов. – М.: Машиностроение. – 1980.- 304с.
70. Тарарычкин И. А. Статистические методы обеспечения качества продукции сварочного производства : монография / И. А. Тарарычкин. – Луганск : ВНУ им. В. Даля, 2002. – 336 с.
74. Zakiev, M. Storchak, G. A. Gogotsi, V. Zakiev, Y. Kokoieva, Instrumented indentation study of materials edge chipping. *Ceramics International*. 2021. Vol 47, Issue 21. pp. 29638-29645. <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2021.07.133>
- 75.Игнатович С. Р., Закиев И. М., Закиев В. И. Определение микромеханических характеристик поверхности материалов с использованием наноиндентометра «Микрон-гамма». *Вестник ХНАДУ*. 2008. № 42.
- 76.V. Yanchuk, I. Kruhlov, V. Zakiev, A. Lozova, B. Trembach, A. Orlov, and S. Voloshko, Thermal and Ion Treatment Effect on Nanoscale Thin Films Scratch Resistance. *Metallofiz. Noveishie Tekhnol*. 2022, 44, No. 10: 1275–1292. <https://doi.org/10.15407/mfint.44.10.1275>
77. Derevianko O., Derevianko O., Zakiev V., Zgalat-Lozynskyu O.B. 3d Printing of Porous Glass Products Using the Robocasting Technique. *Powder Metallurgy and Metal Ceramics*. 2022. V. 60(9-10). P. 546–555. <https://doi.org/10.1007/s11106-022-00267-z>

78. Vasylyev M. A., Voloshko S. M., Zakiev V. I., Burmak A. P., Matvienko Ya. I., Rud A. D. Synthesis of Composite with the Eutectic Composition of Al–Cu/C System on the Surface of 2024 Aluminium Alloy by High-Frequency Impact Treatment. *Metallofiz. Noveishie Tekhnol.* 2021. V. 43. No. 11. P. 1455–1470. <https://doi.org/10.15407/mfint.43.11.1455>