

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

«Нові матеріали і технології зварювання»

рівень вищої освіти	третій (освітньо-науковий)
ступінь вищої освіти	доктор філософії
галузь знань	13 Механічна інженерія
спеціальність	_____ 132 <u>«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 «Нові матеріали і технології зварювання» 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 «14» 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 – 3,0	Галузь знань <u>13.</u> "Механічна інженерія" <u>132.</u> «Матеріалознавство» третій (освітньо-науковий) рівень	Цикл вибіркових професійно-орієнтованих дисциплін	
Модулів – 1	Професійне спрямування: «Зварювання та споріднені процеси і технології»	Рік підготовки:	
Змістових модулів – 3		2-й	-
Індивідуальне науково-дослідне завдання _____ (назва)		Семестр 4	
Загальна кількість годин 90		90	
Тижневих годин: аудиторних – 2 самостійної роботи аспіранта – 4	Освітньо-кваліфікаційний рівень: Доктор філософії		
		аудиторні	
		36	
		Самостійна	
		54	
		Вид контролю: іспит	

Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить: 36/54

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 доктора філософії 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:

- знань тенденцій розвитку глобального ринку зварювальних матеріалів і технологій;
- 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 конструкційних матеріалів і покриттів, що застосовують у промисловості, будівництві, предметах побуту та процеси їхнього зварювання;

Навчальний матеріал, який пропонується за даною програмою, має відомості, необхідні аспірантам для формування знань про сучасні матеріали і технології зварювання, способи управління якістью 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

Змістовий модуль 1. Технології зварювання з використанням рідкої фази

Тема 1.1 Технології і матеріали для зварювання відкритою дугою

Тема 1.2 Технології і матеріали зварювання під шаром флюсу

Тема 1.3 Технологічні і енергетичні характеристики електронно-променевого і лазерне процесу зварювання.

Змістовий модуль 2. Технології зварювання, здійснювані з використанням теплової і механічної енергії

Тема 2.1 Дослідження формування шару металу та його властивості отриманого контактним напіканням.

Тема 2.2 Технології нанесення твердосплавних матеріалів

Тема 2.3 Технології зварювання і нанесення покриття, здійснювані з використанням дифузійних процесів.

2.4 Технології зварювання металів з плакованими поверхнями

2.5 Технологія і матеріали зварювання тертям

2.6 Технологія і матеріали плакування поверхні за рахунок механічної енергії

2.7 Технологія ультразвукового зварювання

Змістовий модуль 3. Технології відновлення та зміцнення

3.1 Класифікація видів зношування і зв'язок зносостійкості

та структурно-фазового стану поверхні.....

3.2 Електроконтактне наплавлення.....

3.3 Хіміко-термічна обробка металу.....

3.4 Застосування високотемпературних покриттів.....

3.5 Матеріали для підвищення зносостійкості деталей

наплавленням.....

3.6 Вакуумне напилення покриття.....

3.7 Застосування нанопорошкових матеріалів при зварюванні

та наплавленні.....

4.3 ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ

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

Практичне заняття 2 Розрахунок складу плавкого електроду відповідно до заданого складу наплавленого металу. (2год)

Практичне заняття 3 Розрахунок складу металу зварного шву, виконаного на легованій сталі. (4год)

Практичне заняття 3 Виготовлення самозахисного порошкового дроту та визначення коефіцієнту заповнення. (4год)

Практичне заняття 4 Оцінювання технологічних характеристик процесу плавлення електродних матеріалів. (4год)

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.
4. Muysen L., Nooijens A. J. Het oplassen met Co-Cr-X legeringen / Muysen L., Nooijens A. J. // Lastechnik. – 1978. – N9. – 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, МПК⁷ 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. – и 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. – Краматорськ, 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
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.
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.
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.
26. Походня И.К. Механизм сцепления шлаковой корки с поверхностью шва / И.К. Походня, И.Ф. Явдошин, 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. Богуцкий; 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. Наплавления: навчальний посібник /А.Ф. Власов, В.Д. Кузнецов, Н.О. Макаренко, О.А. Богуцький, Краматорськ : ДДМА, 2010. – 332 с.
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.
34. Пустогвар А.В. О методике расчета сварочной порошковой проволоки // Вестник СумДУ, 2000 №15, с 113-117
35. 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.
36. 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.

37. 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.
38. 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.
39. 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.
40. 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

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. Азизова С.Х. Исследования процесса плавления и переноса электродного металла при сварке порошковой проволокой. // Сварочное производство – 1969 - №8 – с. 14-15.

60. Пацекин В.П., Злотников Л.Н., Рахимов К.З. и др. Порошковая проволока сложного сечения // Автоматическая сварка – 1967 -№11 – с. 60-62.

61. Керамин Г.А. Легирование электродных капель и химическая неоднородность наплавленного металла. // Автоматическая сварка -1981 - №3 – с. 29-31

62. Опарин Л.И., Фруммин И.И. Исследование распределения легирующих элементов в наплавленном металле. // Автоматическая сварка – 1971 - №4 – с. 66-67.

63. Пацкевич И.Р., Хейфец Л.А. О химической макронеоднородности слоя, наплавленного порошковой проволоки в углекислом газе // Автоматическая сварка – 1971 - №4 – с. 66-67.

64. 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

65. Klonda K., Lisy F., Spalova J., Intercalarnisloucemy graphite - kov. // Nucleon. - 1981 - №4 - p.21-27.

66. Hofman U., Rudorff W. The formation of salts from graphite by strong acids // Trans Faraday Cos. - 1938 - v.84. - p.1017-1021.

67. Надежность и долговечность машин / Под ред. Б.Н. Косницкого - К.: Техника, - 1975 - с.405

68. Костецкий Б.И. Трение, смазки и износ в машинах - К.: Техника - 1970 - с. 363.

69. Походня И.К., Пальцевич А.П. Хроматографический метод определения количества диффузионного водовода в сварных швах//Автоматическая сварка. – 1980.- №1. – С.36-40.

70. Новик Ф.С., Арсов Я.Б. Оптимизация процессов технологи металлов методами планирования экспериментов. – М.: Машиностроение. – 1980.- 304с.

71. Тарарычкін І. А. Статистическіе методы обеспечения качества продукции сварочного производства: монография / И. А. Тарарычкін. – Луганск : ВНУ им. В. Даля, 2002. – 336 с.
72. Волков Д. А. Определение прочности сцепления присадочного материала с основой при электроконтактной наплавке порошковой проволокой / Д. А. Волков, В. Т. Катренко // Важке машинобудування. Проблеми та перспективи розвитку: матеріали V Міжнародної науково-технічної конференції. – Краматорськ : ДДМА, 2007. – С. 16
73. Спосіб виготовлення покритих електродів для зварювання : пат. 100695 Україна В23К 35/02 (2006.01) МПК // Гринь О. Г., Дудинський О. Д., . – № u201500172 ; заявл. 12.01.2015; опубл. 10.08.2015, Бюл. № 15. – 2 с.
74. Заблоцкий В. К. Особенности влияния алитирования на структуру и свойства стали 10 / В. К. Заблоцкий, А. И. Шимко // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – X, 2005. – № 6. – С. 33–36.
75. Гринь А. Г. Способ повышения долговечности прошивных штампов / А. Г. Гринь, С. В. Жариков, А. Д. Дудинский // Сварка и родственные технологии, перспективы развития. Материалы IV международной научно-технической конференции. 04-07 октября 2016 г. : Под общ. ред. д-ра техн. наук Н. А. Макаренко. – Краматорск : ДГМА, 2016. – 140 с.
76. Хижняк В. Г. Вплив титаноалюмохромування на склад, структуру, властивості сплаву ХН55ВМТКЮ / Хижняк В. Г. [и др.] // Металознавство та обробка металів. – 2018.– № 2.– С. 29-35.
77. Смирнов І. В. Перспективи комбінованих технологій формування функціональних покриттів / І. В. Смирнов, А. В. Лопата // Матеріали 6 всеукр. наук.-техн. конф. студентів, аспірантів та наукових співробітників «Інженерія поверхні. Комплексний підхід». – К. : КПІ ім. Ігоря Сікорського, ТОВ “Фастпринт”. – 2018. – С. 15–17.
78. Стеценко О. С. Зносостійкість інструментів із твердого сплаву Т15К6 з багатоконпонентними карбідними покриттями / О. С. Стеценко // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин : загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. – КНТУ, 2008. – Вип. 38.1. – 296 с.
79. Яковлев И. В. Взрывное плакирование торцевой поверхности металлической цилиндрической заготовки / И. В. Яковлев, В. М. Оголихин // Вестник ПНИПУ. Машиностроение, материаловедение. – 2011. – № 2. – С. 35–39.
80. Драгобецкий В. В. Повышение эксплуатационных свойств биметаллов за счет пластической деформации при плакировании взрывом / В. В. Драгобецкий, В. Г. Загорянский // Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського. – 2015. – Вип. 1.(90), Част. 2. – С. 81–86.
81. [Електронний ресурс] – Режим доступа – http://www.lincolnelectric.com/assets/global/Products/Consumable_HardfacingConsumables-Lincore-Lincore50/LINCORE50-eng.pdf - (дата обращения: 05.02.2018).
82. Гринь А. Г. Анализ причин выхода из строя деформирующего инструмента, технологии восстановления и повышения долговечности /

А. Г. Гринь, С. В. Жариков, А. Д. Дудинский // Вісник Донбаської державної машинобудівної академії. – Краматорськ : 2016. – № 3 (21Е). – С. 62 – 66 - ISSN 2219-7869 online - режим доступу: [www.dgma.donetsk.ua/science_public/science_vesnik/%E2%84%963\(15%D0%95\)_2014/article/6.pdf](http://www.dgma.donetsk.ua/science_public/science_vesnik/%E2%84%963(15%D0%95)_2014/article/6.pdf)

83. Лобода П. І. Дослідження розподілу неметалевих включень в металі шва при модифікуванні нанодисперсним порошком оксиду алюмінію / П. І. Лобода [и др.] // Прогресивні технології і системи машинобудування. – 2014. – № 1(47). – С. 174–182.

84. Кузнецов В. Д. Застосування нанопорошків оксидів при зварюванні та плазмовому напиленні покриттів / В. Д. Кузнецов [и др.] // Вісник ДДМА. – 2014. – № 1 – С. 228–233.

85. Радченко М. В. Исследование структурно-фазового состояния износостойких наплавов на основе карбида вольфрама, модифицированного нанодисперсными частицами Al_2O_3 / М. В. Радченко [и др.] // ТГАСУ. – 2002. – С. 1–2.