

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Запорізький національний технічний університет

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до самостійної роботи

з дисципліни «Газополуменеве наплавлення та напилення»
для студентів освітньої програми «Відновлення та підвищення
зносостійкості деталей і конструкцій» усіх форм навчання

2017

Методичні вказівки до самостійної роботи з дисципліни «Газополуменеве наплавлення та напилення» для студентів освітньої програми «Відновлення та підвищення зносостійкості деталей і конструкцій» усіх форм навчання / Укл. О.Є. Капустян, С.П. Бережний. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2017 – 10 с.

Укладачі: О.Є. Капустян, старш. викладач
С.П. Бережний канд. техн. наук, доц.
Рецензент: О.Г. Биковський, д-р техн. наук, проф.
Коректор: І.П. Аверченко.
Відповідальний за випуск: О.Є. Капустян

Затверджено
на засіданні кафедри ОТЗВ
Протокол № 3 від 26.10.2017

Рекомендовано до видання
НМК ІФФ
Протокол № 3 від 21.11.2017

1 ЗАГАЛЬНІ ВКАЗІВКИ

Технологічний процес газополуменевої обробки металів є одним із найбільш розповсюджених у галузі зварювального виробництва.

Метою викладання дисципліни є підготовка фахівців до самостійного вирішення питань по розробці технології, освоєнню і експлуатації обладнання для газополуменевого наплавлення, напилення, металізації.

Завданням дисципліни є надбання студентами необхідних знань про будову, принцип дії та правила експлуатації основних видів обладнання; надбання практичних навичок з виконання основних способів газополуменевої обробки і принципи вибору оптимальних режимів виконання технологічних операцій; заходи і методи проектування нових процесів і способів газополуменевої обробки при відновленні деталей машин.

Студент повинен оволодіти практичними навичками по обслуговуванню газополуменевого обладнання і апаратури, опанувати техніку виконання робіт, засоби безпечного використання обладнання та виконання всіх технологічних операцій.

В результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен знати:

- найбільш розповсюджені способи газополуменевого наплавлення, напилення, металізації;
- будову і принцип дії газополуменевого обладнання, що використовується для відновлення виробів;
- технологічні особливості газового наплавлення різноманітних сталей, чавунів, кольорових металів і сплавів;
- особливості технології нанесення газотермічних покриттів газополуменевим напиленням.

Вміти:

- запустити в дію газополуменеве обладнання для наплавлення, напилення, металізації і здійснювати безпечно його експлуатацію;
- налаштувати необхідні режими роботи обладнання для виконання наплавлення, напилення, металізації;
- розробити технологічні рекомендації для наплавлення і

напилення виробів із різноманітних матеріалів і показати техніку виконання цих процесів.

Перелік предметів, необхідних для засвоєння даної дисципліни: технологія матеріалів і матеріалознавство; фізика; хімія; опір матеріалів; теплотехніка і гідравліка; поверхневі фізико-хімічні процеси; розрахунок і проектування зварних конструкцій; теорія процесів зварювання; джерела живлення для зварювання; газополуменева обробка матеріалів.

Щоб у повному обсязі опанувати предмет, необхідно досконало вивчити лекційний матеріал, виконати лабораторні роботи, проаналізувати і пояснити їх результати, самостійно працювати з рекомендованою літературою.

Ознайомившись з програмою кожного розділу курсу, необхідно прочитати відповідні літературні джерела, посилання на які наведені. Додаткові літературні джерела призначені для більш детального розгляду окремих розділів предмету.

Після вивчення теоретичного матеріалу в повному обсязі студент пише контрольну роботу з метою закріплення теоретичних знань і самоконтролю по вивченому предмету. Контрольна робота повинна бути виконана і надіслана на кафедру для рецензування відповідно з терміном, вказаним в учбовому плані, але не пізніше як за два тижні до початку заліково-екзаменаційної сесії.

2 РОБОЧА ПРОГРАМА І ВКАЗІВКИ ЩОДО ВІВЧЕННЯ ТЕМ ДИСЦИПЛІНИ

Теми лекцій, зміст і рекомендована література до їх вивчення наведені в табл. 2.1

Таблиця 2.1

№	Теми лекцій	Зміст лекцій	Література
Змістовий модуль 1. Газополуменеve наплавлення			
1	Вступ	Суть і різновидності способів газополуменевого наплавлення.	[1] с. 137-141

2	Газополумене- неве наплавлення	Матеріали для наплавлення. Технологія наплавлення чавунів, самофлюсуючих сплавів і кольорових металів. Пальники для газопорошкового наплавлення їх будова і принцип дії.	[1] с. 137-141 [3] с. 271-275
Змістовий модуль 2. Газополуменеve напилення покриттів			
3	Газополу- менеve напилення покриттів	Суть і різновидності газополуменеveго напилення. Переваги і недоліки напилених покриттів у порівнянні з наплавленням. Обладнання і матеріали для напилення. Технологія нанесення металевих і неметалевих покриттів.	[1] с. 155-165
4	Детонацій- ний спосіб	Суть, переваги і недоліки, доцільні терени застосування процесу. Обладнання, технологія і матеріали для напилення.	[5] с. 11-12, 49-50, 111-117
5	Плазмовий спосіб	Суть, переваги і недоліки, доцільні терени застосування процесу. Обладнання, технологія і матеріали для напилення.	[19] с. 142-144
6	Вакуумно- конденсацій- ні способи	Суть, переваги і недоліки, доцільні терени застосування процесу. Обладнання, технологія і матеріали для напилення	[6] с. 7-10

При ознайомленні з газополуменеvim наплавленням треба запам'ятати найбільш вживані наплавочні матеріали, що використовуються у виді прутків і порошоків для нанесення стійких проти зношування покриттів в умовах тертя ковзання і абразивних навантаженнях, знати технології їх наплавлення на вуглецеві і леговані сталі, а також чавуни.

Знайомлячись із газотермічними методами нанесення покриттів, необхідно звернути увагу на різновидності процесу, їх переваги і недоліки. Мати уяву про основні типи матеріалів, що використовуються для нанесення стійких проти зношування покриттів, знати технологію їх нанесення на робочі поверхні деталей.

3 ПЕРЕЛІК ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

При вивченні дисципліни студенти повинні отримати практичні навички з експлуатації основних видів обладнання і здійсненню робіт із зварювання, наплавлення і напилення.

Надбання практичних навичок відбувається при проведенні практичних занять і лабораторних робіт (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 – Перелік лабораторних робіт

№	Назва лабораторних робіт	Кількість годин	Графік виконання, тиждень
1	Вивчення будови і принципу дії газового металізатора МГИ-4	4	1
2	Газопорошкове наплавлення самофлюсуючих сплавів	4	5
3	Вивчення устаткування і технології газополуменевого напилення покриттів	4	9

4 КОНТРОЛЬНІ ЗАВДАННЯ

Виконання контрольного завдання має на меті забезпечити ритмічність самостійної роботи студентів заочної форми навчання.

На всі питання слід давати чіткі, вичерпні відповіді згідно з програмою курсу; при необхідності ілюструвати відповіді рисунками, схемами, діаграмами і т.п. Перед кожним питанням повинен стояти його номер, а сам текст питання повністю переписаний.

Контрольне завдання підписує студент.

Заміна питань або варіантів контрольного завдання без дозволу викладача неприпустима.

Контрольні запитання

1. Газополуменеве наплавлення, його суть, переваги і недоліки, техніка виконання.
2. Матеріали для газополуменевого наплавлення.
3. Матеріали для нанесення покриттів, їх склад, властивості і

призначення.

4. Обладнання і технологія нанесення покриттів газополуменевим способом.

5. Обладнання і технологія плазмово-дугового способу нанесення покриттів.

6. Основні способи газополуменевої обробки металів, що використовуються при ремонті деталей.

7. Основні труднощі, що виникають при ремонті чавунних деталей методами зварювання.

8. Пальники для газопорошкового наплавлення, їх будова і технічні дані.

9. Переваги і недоліки напилених покриттів у порівнянні з наплавленням.

10. Суть, схема активованої електродугової металізації.

11. Суть, схема вакуумно-конденсаційного способу напилення.

12. Суть, схема високошвидкісного (надзвукового) газополуменевого напилювання.

13. Суть, схема детонаційного способу напилення.

14. Суть, схема електродугового напилення.

15. Суть, схема і різновидності процесу газотермічного нанесення покриттів.

16. Суть, схема напилювання з оплавленням.

17. Обладнання і технологія активованої електродугової металізації.

18. Обладнання і технологія вакуумно-конденсаційного способу напилення.

19. Обладнання і технологія високошвидкісного (надзвукового) газополуменевого напилювання.

20. Обладнання і технологія детонаційного способу напилення.

21. Обладнання і технологія електродугового напилення.

22. Техніка і технологія наплавлення зносостійких сплавів.

23. Міцність зчеплення газотермічного покриття з основою.

24. Основні типи порошків, що випускаються для плазмового і газополуменевого напилення.

25. Особливості нанесення покриттів із карбідів.

26. Особливості нанесення покриттів із нитридів.

27. Особливості нанесення покриттів із боридів.

28. Оксидні і металооксидні покриття.

29. Вибір типу покриттів і його складу, порошоків та методу газополуменового напилення.

30. Підготовка поверхні до напилення та контроль якості.

5 РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

5.1 Базова

1. Евсеев, Г. Б. Оборудование и технология газопламенной обработки металлов и неметаллических материалов [Текст] / Г. Б. Евсеев, Д. Л. Глизманенко. – М. : Машиностроение, 1974. – 312 с.

2. Петров, Г. Л. Технология и оборудование газопламенной обработки металлов [Текст] / Г.Л. Петров, И. Р. Буров, В. Р. Абрамович. – Л. : Машиностроение, 1978. – 277 с.

3. Соколов, И. И. Газовая сварка и резка металлов [Текст] / И. И. Соколов. – М.: Высшая школа, 1986. – 304 с.

4. Балдаев Л. Х., Борисов В. Н., Вахалин В. А. Газотермическое напыление: Учебное пособие для вузов / Под общ. ред. Л. Х. Балдаева. — М.: Маркет ДС, 2007. — 344 с.

5. Газотермические покрытия из порошковых материалов / Ю. С. Борисов, Ю. А. Харламов, С. Л. Сидоренко, Е. И. Ардатовская / Справ. — К.: Наукова думка, 1987. — 544 с.

5.2 Допоміжна

6. Шиліна, О.П. Вакуумно-конденсаційне напилювання покритть. Навчальний посібник / Савуляк В.І., Осадчук А.Ю. – Вінниця: ВНТУ, 2007. – 96 с.

7. Антосяк В. Г., Могорян Н. В. Электрофизические методы обработки материалов / Под ред. Н. К. Фатеева; Кишиневский политехнический институт им. Лазо — Кишинев: Штиинца, 1987. — 145 с.

8. Астахов Є. А., Артемчук В. В. Особливості застосування газотермічного нанесення відновлювальних покриттів / Восточно-Европейский журнал передовых технологий. - № 3/5 (57). - 2012. - С.

4-10.

9. Елисеев Ю. С., Абраимов Н. В., Крымов В. В. Химико-термическая обработка и защитные покрытия в авиадвигателестроении. — М.: Высшая школа, 1999. — 525 с.

10. Інженерія поверхні: Підручник / К. А. Ющенко, Ю. С. Борисов, В. Д. Кузнецов, В. М. Корж — К.: Наукова думка, 2007. — 559 с.

11. Какуевич В.А. Применение газотермических покрытий при изготовлении и ремонте машин. - К.: Техніка, 1989. - 174 с.

12. Корж В. М. Технологія та обладнання для напилення: Навчальний посібник. — К.: НМЦВО, 2000. — 152 с.

13. Кудинов В.В., Бобров Г.В. Нанесение покрытий напылением. Теория, технология и оборудование: Учебник для вузов. — М.: Металлургия, 1992.-432 с.

14. Куницкий Ю. А. Некристаллические металлические материалы и покрытия в технике / Ю. А. Куницкий, В. Н. Коржик, Ю. С. Борисов. — К.: Техніка, 1988. — 198 с.

15. Линник, В. А. Современная техника газотермического нанесения покрытий [Текст] / В. А. Линник, П. Ю. Пекшев. — М. : Машиностроение, 1985. — 127 с.

16. РТМ 3-90. Газотермическое напыление покрытий : сб. руков. техн. матер. — К. : ИЭС им. Е. О. Патона, 1990. — 176 с.

17. Сіньковський А. С. Теорія та методи напилення: курс лекцій / А. С. Сіньковський ; Одес. нац. політехн. ун-т. — Одеса: Наука і техніка, 2003. — 171 с.

18. Сологуб М.А. Технологія конструкційних матеріалів / М.А. Сологуб, І.О. Рожнецький, О.І. Некоз та ін.; За ред. М.А. Сологуба.— 2-ге вид., перероб. і допов. — К: Вища школа, 2002. — 374 с:

19. Хасуи А. Техника напыления. - М.: Машиностроение, 1975. — 288 с.

20. Хасуи А., Моригаки О. Наплавка и напыление./ Пер.с яп. В.Н.Попова; Под ред. В.С. Степина, Н.Г. Шестеркина. — М.: Машиностроение, 1985. -240 с.

21. Физические основы генерации концентрированных потоков энергии: учебное пособие/Под редакцией В.М. Качалова. - М.: Издательство МЭИ, 1999. - 104 с.

22. Анциферов В.Н. Порошковая металлургия и напыленные покрытия. — М.: Металлургия, 1987

- 23.Лашенко Г.И. Плазменное упрочнение и напыление. - К.: Екотехнологія, 2003
- 24.Сидоров А.И. Восстановление деталей машин напылением и наплавкой. – М.: Машиностроение, 1987
- 25.Барвинок В.А. Управление напряженным состоянием и свойства плазменных покрытий. – М.: Машиностроение, 1990
- 26.Барвинок В.А. Физические основы и математическое моделирование процессов вакуумного ионно-плазменного напыления. – М.: Машиностроение, 1999
- 27.Вадивасов Д.Г. Восстановление деталей металлизацией. – Саратов Саратовское книжное издательство, 1956
- 28.Данилин Б.С. Применение низкотемпературной плазмы для нанесения тонких пленок. — М.: Энергоатомиздат, 1989. — 328 с.
- 29.Попов В. Ф., Горин Ю. Н. Процессы и установки электронно-ионной технологии. — М.: Высш. шк., 1988. — 255 с. — ISBN 5-06-001480-0.
- 30.Виноградов М.И., Маишев Ю.П. Вакуумные процессы и оборудование ионно - и электронно-лучевой технологии. — М.: Машиностроение, 1989. — 56 с. — ISBN 5-217-00726-5.
- 31.Mattox, Donald M. Handbook of Physical Vapor Deposition (PVD) Processing: Film Formation, Adhesion, Surface Preparation and Contamination Control.. Westwood, N.J.: Noyes Publications, 1998. ISBN 0-8155-1422-0.
- 32.Powell, Carroll F., Joseph H. Oxley, and John Milton Blocher (editors). Vapor Deposition. The Electrochemical Society series. New York: Wiley, 1966.

5.3 Нормативно-технічна документація

- 33.ДСТУ 3761.5-98. Зварювання та споріднені процеси. Частина 5. Газотермічне напылення. Терміни та визначення.