

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра «Обробка металів тиском та спецтехнології»

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«ТЕХНОЛОГІЯ І ОБЛАДНАННЯ ФІЗИКО-ТЕХНІЧНОЇ ОБРОБКИ МАТЕРІАЛІВ»

м. Кропивницький – 2021

ЗМІСТ

1. Загальна інформація
2. Анотація до дисципліни
3. Мета і завдання дисципліни
4. Формат дисципліни
5. Результати навчання
6. Обсяг дисципліни
7. Ознаки дисципліни
8. Пререквізити
9. Технічне й програмне забезпечення / обладнання
10. Політика дисципліни
11. Навчально-методична карта дисципліни
12. Система оцінювання та вимоги
13. Рекомендована література
14. Інформаційні ресурси

1. Загальна інформація

| | |
|--------------------|---|
| Назва дисципліни | ТЕХНОЛОГІЯ І ОБЛАДНАННЯ ФІЗИКО-ТЕХНІЧНОЇ ОБРОБКИ МАТЕРІАЛІВ |
| Викладач | Сіса Олег Федорович, кандидат технічних наук, доцент |
| Контактний телефон | 099-68-32-992 |
| E-mail: | sisaoleh@gmail.com |
| Консультації | <i>Очні консультації</i> за попередньою домовленістю Вівторок та Четвер з 13 ²⁰ до 14 ⁴⁰ <i>Онлайн консультації</i> за попередньою домовленістю в робочі дні з 8 ³⁰ до 14 ²⁰ |

2. Анотація до дисципліни

Нові методи почали інтенсивно розвиватися у зв'язку зі створенням сучасних галузей промисловості (космічної, атомної, електронної), стрімким зростанням приладобудування, енергетичного й хімічного машинобудування, інструментальної промисловості й ін. З розвитком цих галузей створювалися нові високоміцні матеріали, які важко оброблюються класичним методам обробки різанням. Інтенсивне впровадження в промисловість обробки тиском, точного лиття, пластмас збільшило потреба в штампах, ливарних формах, прес-формах й інших виробках складної конфігурації. Рішення багатьох проблем розвитку сучасного виробництва було знайдено в створенні, розробці й удосконалюванні електрофізичних й електрохімічних методів обробки матеріалів. В основі цих методів лежить використання різних фізико-хімічних процесів енергетичного впливу на заготовку для формоутворення або обробки деталі, або матеріалу. Дисципліна «Технологія і обладнання фізико-технічної обробки матеріалів» спрямована на вивчення технології, класифікації і напрямку застосування обладнання, технологічних процесів автоматизованих систем, улаштування і принципу дії обладнання, яке застосовується для фізико-технічної обробки матеріалів.

3. Мета і завдання дисципліни

Мета дисципліни: отримання знань з передових технологій фізико-технічної обробки матеріалів та отримання навиків з вибору обладнання, систем і нестандартного обладнання для реалізації технологічних процесів і отримання виробів машинобудування, придбання певних професійних якостей згідно освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр».

Завдання дисципліни: отримання спеціальних знань о фізичних процесах фізико-технічної обробки матеріалів, знань о передових прогресивних технологічних процесах і обладнанні для отримання виробів машинобудування.

4. Формат дисципліни

Для денної форми навчання:

Викладання курсу передбачає для засвоєння дисципліни традиційні лекційні заняття із застосуванням електронних презентацій, поєднуючи їх із лабораторними роботами.

Формат очний (offline / Face to face).

Для заочної форми навчання:

Під час сесії формат очний (offline / Face to face), у міжсесійний період – дистанційний (online).

5. Результати навчання

У результаті вивчення дисципліни (слухання лекцій, виконання лабораторних робіт) студенти повинні:

знати:

- термінологію, основні поняття і визначення, технологічні схеми і режими методів для фізико-технічної обробки матеріалів;
- класифікацію і напрямки застосування обладнання, улаштування, принцип дії обладнання, яке застосовується для фізико-технічної обробки матеріалів;

вміти:

- вірно вибирати обладнання і технологічне оснащення в процесі технологічної підготовки виробництва;
- застосовувати прикладні програмні засоби при вирішенні практичних питань з застосуванням персональних комп'ютерів;
- налагоджувати, налаштовувати технологічні установки, комплекси, системи для ефективного рішення різних практичних технологічних задач;

набути соціальних навичок (soft-skills):

- здійснювати професійну комунікацію, ефективно пояснювати та презентувати матеріал, взаємодіяти в науковій сфері.

6. Обсяг дисципліни

| Вид заняття | Кількість годин |
|-------------------|-----------------|
| лекції | 28 |
| лабораторні | 14 |
| самостійна робота | 48 |
| Всього | 90 |

7. Ознаки дисципліни

| Рік викладання | Курс (рік навчання) | Семестр | Спеціальність | Кількість кредитів /годин | Кількість змістових модулів | Вид підсумкового контролю | Нормативна/вибіркова |
|----------------|---------------------|---------|---------------------------|---------------------------|-----------------------------|---------------------------|----------------------|
| 2021-2022 н.р. | 4 | VIII | 131 Прикладна механіка | 3/90 | 2 | залік | вибіркова |

8. Пререквізити

Ефективність засвоєння змісту дисципліни «Технологія і обладнання фізико-технічної обробки матеріалів» значно підвищиться, якщо бакалавр попередньо опанував матеріал таких дисциплін, як: «Вища математика», «Фізика», «Інформатика». Знання з цієї дисципліни необхідні студенту для самостійного виконання, насамперед, бакалаврської роботи.

9. Технічне й програмне забезпечення / обладнання

Для викладання дисципліни застосовуються: персональні комп'ютери, локальна комп'ютерна мережа, вільний доступ до Інтернету, спеціалізоване обладнання для виконання лабораторних робіт, програмне забезпечення для обробки результатів досліджень.

10. Політика дисципліни

Академічна доброчесність

Очікується, що здобувачем будуть дотримуватися принципів академічної доброчесності, усвідомлювати наслідки її порушення. Детальніше у «Положенні про дотримання академічної доброчесності НПП та здобувачами вищої освіти» за посиланням URL:

<http://www.kntu.kr.ua/doc/%D0%9F%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F%20%D0%BF%D1%80%D0%BE%20%D0%B4%D0%BE%D1%82%D1%80%D0%B8%D0%BC%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F%20%D0%B0%D0%BA%D0%B0%D0%B4%D0%B5%D0%BC%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%BE%D1%97%20%D0%B4%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%BE%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%96%20%D0%9D%D0%9F%D0%9F%20%D1%82%D0%B0%20%D0%B7%D0%B4%D0%BE%D0%B1%D1%83%D0%B2%D0%B0%D1%87%D0%B0%D0%BC%D0%B8%20%D0%B2%D0%B8%D1%89%D0%BE%D1%97%20%D0%BE%D1%81%D0%B2%D1%96%D1%82%D0%B8%20%D0%A6%D0%9D%D0%A2%D0%A3.pdf>

Відвідування занять

Відвіданя занять є важливою складовою навчання. Очікується, що всі здобувачі відвідають лекції і лабораторні роботи курсу. Пропущені заняття повинні бути відпрацьовані не пізніше, ніж за тиждень до залікової сесії.

Поведінка на заняттях

Недопустимість: запізнь на заняття, списування та плагіат, несвоєчасне виконання поставленого завдання.

11. Навчально-методична карта дисципліни

| Тиждень, дата, години | Тема, основні питання (розкривають зміст і є орієнтирами для підготовки до модульного і підсумкового контролю) | Форма діяльності (заняття) /формат | Матеріали | Література, інформаційні ресурси | Завдання, години | Вага оцінки | Термін виконання |
|---|--|------------------------------------|-------------|----------------------------------|---|-------------|-----------------------------|
| Змістовий модуль 1 Електроерозійне обладнання, що охоплює рубіж 1 | | | | | | | |
| Тиж. 1 1 пара (за розкладом) | Тема 1. Вступ. Основні поняття та визначення. Класифікації методів електрофізико-хімічної обробки Передмова: задачі вивчення курсу, література. Класифікації методів електрофізико-хімічної обробки. Приклади використання фізико-технічних методів обробки в виробництві. | Лекція / <i>Face to face</i> | Презентація | 1,2,3,9 | Самостійно опрацювати теоретичний матеріал – 4 години | 6 бала | Самостійна робота 1 тиждень |
| Тиж. 2,3,4 3 пари (за розкладом) | Тема 2. Електрофізичні методи обробки Фізичні основи й фази електроерозійної обробки (ЕЕО). Генератори імпульсів застосовувані при ЕЕО. Діелектричні середовища, їхні характеристики й вимоги до них. Технологічні характеристики й технологічні схеми при ЕЕО. Оброблюваність матеріалів при ЕЕО. Вимоги до матеріалів для виготовлення електрода-інструмента в схемах прямого й зворотного копіювання. Розрахунок розмірів і методи виготовлення електрода-інструмента для обробки | Лекція / <i>Face to face</i> | Презентація | 1,2,3,6,8,9,10,11,12,13,14 | Самостійно опрацювати теоретичний матеріал – 6 годин | 12 бала | Самостійна робота 4 тижня |

| | | | | | | | |
|---------------------------------|---|---|------------------------|------------------------|---|--------|------------------------------|
| | наскрізних отворів. ЕЕО непрофільним електродом. Точність обробки, продуктивність й якість поверхневого шару при ЕЕО непрофільним електродом. Обладнання й пристосування. Електроерозійні верстати. Система очищення і подачі робочої рідини. Генератори імпульсів. | | | | | | |
| Тиж. 2 1 пара (за розкладом) | Тема лабораторної роботи 1. Вивчення технології і улаштування обладнання для електроерозійного різання. Познайомитися з технологією і роботою електроерозійного верстата, статистичними методами, вивчити процеси пробою міжелектродного проміжку залежно від режиму роботи RC-генератора, проаналізувати результати. Розглянути основні частини і вузли електроерозійного верстата для різання дротом. Навести загальний вигляд та його технічну характеристику. | Лабораторна робота <i>Face to face</i> | Методичні рекомендації | Методичні рекомендації | Вивчити технологію і улаштування обладнання для електроерозійного різання, підготувати звіт з лабораторної роботи 1 – 2 години | 8 бала | Самостійна робота 2 тижня |
| Тиж. 4 1 пара (за розкладом) | Тема лабораторної роботи 2. Вивчення конструкції і улаштування обладнання для електроерозійного прошивання. Познайомитися з технологією і роботою електроерозійного верстата, статистичними методами, вивчити процеси пробою міжелектродного проміжку залежно від режиму роботи RC-генератора, проаналізувати результати. Розглянути основні частини і вузли електроерозійного прошивного | Лабораторна робота <i>Face to face</i> | Методичні рекомендації | Методичні рекомендації | Вивчити технологію і улаштування обладнання для електроерозійного прошивання, підготувати звіт з лабораторної роботи 2 – 2 години | 8 бала | Самостійна робота 4 тижня |

| | | | | | | | |
|---|---|---|------------------------|------------------------|--|----------|----------------------------|
| | верстата. Навести загальний вигляд та його технічну характеристику. | | | | | | |
| Тиж. 5,6 2 пари (за розкладом) | Тема 3. Обладнання для розмірної обробки електричною дугою Фізичні основи розмірної обробки електричною дугою (РОД). Технологічні характеристики й технологічні схеми при РОД. Копіювально-прошивний верстат моделі АМ-1, призначення та галузь застосування. Комплект установки. Опис механічної частини. Станція робочої рідини. Станція гідроприводу. Автоматична система регулювання міжелектродного проміжку. Джерело живлення технологічним струмом. Технологічні пристрої. Експериментальне обладнання, апаратура та зразки. | Лекція / <i>Face to face</i> | Презентація | 4,14,15 | Самостійно опрацювати теоретичний матеріал – 5 годин | 8 бала | Самостійна робота 6 тижнів |
| Тиж. 6 1 пара (за розкладом) | Тема лабораторної роботи 3. Вивчення технологічних характеристик і улаштування обладнання для процесу РОД Розглянути технологічні характеристики, схеми обробки і вузли електроерозійного верстата для процесу РОД. Навести загальний вигляд та його технічну характеристику. | Лабораторна робота <i>Face to face</i> | Методичні рекомендації | Методичні рекомендації | Вивчити технологічні характеристики, схеми обробки і улаштування обладнання для процесу РОД, підготувати звіт з лабораторної роботи 3 – 2 години | 8 бала | Самостійна робота 6 тижнів |
| Максимальна кількість балів за змістовим модулем I | | | | | | 50 балів | |
| Змістовий модуль 2. Спеціалізоване обладнання, що охоплює рубіж 2 | | | | | | | |
| Тиж. 7,8 2 пари (за розкладом) | Тема 4. Обладнання для електрохімічної обробки Основи електрохімічної обробки (ЕХО). Основні поняття про електродні процеси. Розчини електролітів застосовувані при ЕХО, | Лекція / <i>Face to face</i> | Презентація | 3,8,13 | Самостійно опрацювати теоретичний матеріал – 5 годин | 6 бала | Самостійна робота 8 тижнів |

| | | | | | | | |
|------------------------------------|--|---|------------------------|------------------------|--|--------|--------------------------------|
| | характеристики й вимоги до них. Електричні параметри процесів ЕХО й оброблюваність металів і сплавів. Схеми й умови формоутворення поверхонь деталей катод інструментами. Параметри поверхні деталі й катод інструмента. Вимоги до катода інструменту, способи його виготовлення Схеми струминної електрохімічної обробки. Способи інтенсифікації процесів ЕХО. Основи розробки технологічного процесу ЕХО. Електрохімічні верстати й допоміжне устаткування. Особливості конструкцій верстатів для ЕХО. | | | | | | |
| Тиж. 8 1 пара (за розкладом) | Тема лабораторної роботи 4. Вивчення технології і улаштування обладнання для електрохімічної розмірної обробки. Розглянути технологію і основні частини верстата для електрохімічної розмірної обробки. Навести загальний вигляд та його технічну характеристику. | Лабораторна робота <i>Face to face</i> | Методичні рекомендації | Методичні рекомендації | Вивчити технологію і улаштування обладнання для електрохімічної розмірної обробки, підготувати звіт з лабораторної роботи – 2 години | 6 бала | Самостійна робота 8 тижнів |
| Тиж. 9,10 2 пари (за розкладом) | Тема 5. Обладнання для плазмової обробки Фізичні основи плазмової обробки. Класифікація плазмотронів. Методи стабілізації дуги плазмотрона і його ресурс. Плазмове різання матеріалів. Оброблюваність матеріалів. Продуктивність й якість різу. Технологічні установки для плазмового різання металів і сплавів. Конструкція верстата для плазмового різання. Класифікація машин для плазмового різання. | Лекція / <i>Face to face</i> | Презентація | 1,2 | Самостійно опрацювати теоретичний матеріал – 5 годин | 6 бала | Самостійна робота 10 тижнів |

| | | | | | | | |
|-------------------------------------|---|---|------------------------|------------------------|--|--------|--------------------------------|
| | Система автоматичного контролю й керування висотою пальника (ТНС). | | | | | | |
| Тиж. 10 1 пара (за розкладом) | Тема лабораторної роботи 5. Вивчення технології, принципу роботи, принципових схем і конструкцій плазмотронів. Розглянути технологію, основні частини і вузли плазмотронів. Навести загальний вигляд та технічну характеристику. | Лабораторна робота <i>Face to face</i> | Методичні рекомендації | Методичні рекомендації | Вивчити технологію, принцип роботи, принципові схеми і конструкції плазмотронів, підготувати звіт з лабораторної роботи 5 – 2 години | 6 бала | Самостійна робота 10 тижнів |
| Тиж. 11,12 2 пари (за розкладом) | Тема 6. Обладнання для лазерного різання Фізичні основи роботи лазерів. Методи керування тимчасовими, енергетичними й просторовими параметрами лазерного випромінювання. Твердотільні лазери, їхня класифікація, сполука, призначення, робота основних пристроїв. Газові лазери їхня класифікація, сполука призначення, робота основних пристроїв. Фокусування випромінювання, оптичних формуючих систем, вимоги до оптичних матеріалів. Технологічні лазерні комплекси. Лазерна й газолазерна різання металевих і неметалічних матеріалів. Продуктивність й якість різу. Прошивання отворів моно й багатоімпульсним способом. Вплив просторових, тимчасових і спектральних характеристик лазерного променя на точність і відтворюваність отворів. Гранична глибина прошивання. Лазерне гравірування й маркування, технологічні схеми, граничний дозвіл. Принцип дії лазера. Складові | Лекція / <i>Face to face</i> | Презентація | 1,2,7 | Самостійно опрацювати теоретичний матеріал – 5 годин | 7 бала | Самостійна робота 12 тижнів |

| | | | | | | | |
|---|--|---|------------------------|------------------------|---|----------|--------------------------------|
| | частини лазерних верстатів. Схеми лазерних верстатів. | | | | | | |
| Тиж. 12 1 пара (за розкладом) | Тема лабораторної роботи 6. Вивчення технології, конструкції і улаштування газового лазера | Лабораторна робота <i>Face to face</i> | Методичні рекомендації | Методичні рекомендації | Вивчити технологію, конструкцію і улаштування газового лазера, підготувати звіт з лабораторної роботи 6 – 2 години | 7 бала | Самостійна робота 12 тижнів |
| Тиж. 13,14 2 пари (за розкладом) | Тема 7. Обладнання для ультразвукової обробки Джерела ультразвукових коливань. Класифікація ультразвукових перетворювачів. П'єзоелектричні матеріали. П'єзоелектричні елементи. П'єзоелектричні перетворювачі. Концентратори механічних коливань. Особливості ультразвукового технологічного устаткування. Ультразвукові генератори. Ультразвукові коливальні системи. | Лекція / <i>Face to face</i> | Презентація | 1,2,5 | Самостійно опрацювати теоретичний матеріал – 4 години | 6 бала | Самостійна робота 14 тижнів |
| Тиж. 14 1 пара (за розкладом) | Тема лабораторної роботи 7. Вивчення технології, конструкції і улаштування ультразвукової установки | Лабораторна робота <i>Face to face</i> | Методичні рекомендації | Методичні рекомендації | Вивчити технологію, конструкцію і улаштування ультразвукової установки, підготувати звіт з лабораторної роботи 7 – 2 години | 6 бала | Самостійна робота 14 тижнів |
| Максимальна кількість балів за змістовим модулем 2 | | | | | | 50 балів | |

12. Система оцінювання та вимоги

Види контролю: поточний, підсумковий.

Методи контролю: спостереження за навчальною діяльністю здобувачів, усне опитування, письмовий контроль, тестовий контроль.

Форма підсумкового контролю: залік.

Контроль знань і умінь

Контроль знань і умінь здобувачів (поточний і підсумковий) з дисципліни «Технологія і обладнання фізико-технічної обробки матеріалів» здійснюється згідно з кредитною трансферно-накопичувальною системою організації навчального процесу. Рейтинг здобувача із засвоєння дисципліни визначається за 100 бальною шкалою. Він складається з рейтингу з навчальної роботи, для оцінювання якої призначається 100 балів.

Підсумкова (загальна оцінка) курсу навчальної дисципліни є сумою рейтингових оцінок (балів), одержаних за окремі оцінювані форми навчальної діяльності: поточне та підсумкове тестування рівня засвоєння теоретичного матеріалу під час аудиторних занять та самостійної роботи (модульний контроль); оцінка (бали) за виконання практичних індивідуальних завдань. Підсумкова оцінка виставляється після повного вивчення навчальної дисципліни, яка виводиться як сума проміжних оцінок за змістові модулі.

Шкала оцінювання

| Оцінка за шкалою ЄКТС | Визначення | Оцінка | | |
|-----------------------|---|--|----------------------------------|------------------|
| | | За національною системою (екзамен, диф. залік, курс. проект, курс. робота, практика) | За національною системою (залік) | За системою ЦНТУ |
| A | ВІДМІННО – відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок | 5 (відмінно) | Зараховано | 90-100 |
| B | ДУЖЕ ДОБРЕ – вище середнього рівня з кількома помилками | 4 (добре) | Зараховано | 82-89 |
| C | ДОБРЕ – в загальному правильна робота з певною кількістю грубих помилок | | | 74-81 |
| D | ЗАДОВІЛЬНО – непогано, але зі значною кількістю недоліків | 3 (задовільно) | Зараховано | 64-73 |
| E | ДОСТАТНЬО – виконання задовольняє мінімальні критерії | | | 60-63 |
| FХ | НЕЗАДОВІЛЬНО – потрібно попрацювати перед тим, як перескласти | 2 (незадовільно) | Незараховано | 35-59 |
| F | НЕЗАДОВІЛЬНО – необхідна серйозна подальша робота | | | 1-34 |

Критерії оцінювання. Знання здобувачів вищої освіти оцінюються при проведенні екзаменаційного контролю як з теоретичної, так і з практичної підготовки за такими критеріями:

– "відмінно" – здобувач вищої освіти досконало засвоїв теоретичний матеріал, глибоко і всебічно знає зміст навчальної дисципліни, основні положення наукових першоджерел та рекомендованої літератури, логічно мислить і буде відповіді, вільно використовує набуті теоретичні знання при аналізі практичного матеріалу, висловлює своє ставлення до тих чи інших проблем, демонструє високий рівень засвоєння практичних навичок;

– "добре" – здобувач вищої освіти добре засвоїв теоретичний матеріал, аргументовано викладає його, володіє основними аспектами з першоджерел та рекомендованої літератури, має практичні навички, висловлює свої міркування з приводу тих чи інших проблем, але припускається певних неточностей і похибок у логіці викладу теоретичного змісту або при аналізі практичного матеріалу;

– "задовільно" – здобувач вищої освіти, в основному, володіє теоретичними знаннями з навчальної дисципліни, орієнтується в першоджерелах та рекомендованій літературі, але непереконливо відповідає, додаткові питання викликають невпевненість або відсутність стабільних знань; відповідаючи на запитання практичного характеру, виявляє неточності у знаннях, не вміє оцінювати факти та явища, пов'язувати їх із майбутньою діяльністю;

– "незадовільно" – здобувач вищої освіти не опанував навчальний матеріал дисципліни, не знає наукових фактів, визначень, майже не орієнтується в першоджерелах та рекомендованій літературі, відсутні наукове мислення, практичні навички не сформовані.

У журналі рубіжних контролів ставиться оцінка за кожний рубіж, що відповідає набраної кількості балів у відповідності з наведеною нижче таблицею оцінювання рівня знань.

Розподіл балів, які отримують студенти при вивченні дисципліни «Технологія і обладнання фізико-технічної обробки матеріалів»

| Поточний контроль та самостійна робота | | | | | | | | | | | | | | |
|--|----|----|----|----|----|---------------------|----|----|----|----|----|------|----|-----|
| Змістовний модуль 1 | | | | | | Змістовний модуль 2 | | | | | | Сума | | |
| Т1 | | Т2 | | Т3 | | Т4 | | Т5 | | Т6 | | | Т7 | |
| Л | ЛР | Л | ЛР | Л | ЛР | Л | ЛР | Л | ЛР | Л | ЛР | | Л | ЛР |
| 6 | 8 | 12 | 8 | 8 | 8 | 6 | 6 | 6 | 6 | 7 | 7 | 6 | 6 | 100 |

Примітка: Т1, Т2, ..., Т7 – тема дисципліни, Л – теоретичні (лекційні) заняття, ЛР – лабораторні заняття

13. Рекомендована література

Базова

1. Кайдалов А.А. Современные технологии термической и дистанционной резки конструкционных материалов. – К: «Екотехнологія», 2007. – 456с.
2. Маслов А.Р. Высокоэффективные технологии и оборудование современных производств. Учебное пособие. М.: Изд-во «ИТО», 2012, – 209 с.
3. Электрофизические и электрохимические методы обработки материалов / Б. А. Артамонов [и др.]. - М.: Высш. шк., 1983. - 208 с.: ил.

4. Боков В. М. Оброблюваність матеріалів електричною дугою: монографія / В. М. Боков, О. Ф. Сіса. – Кіровоград: Поліграфічно-видавничий центр ТОВ «Імекс – ЛТД», 2013. – 172 с.

5. Хмелев, В.Н. Применение ультразвука высокой интенсивности в промышленности / В.Н. Хмелев, А.Н. Сливин, Р.В. Барсуков, С.Н. Цыганок, А.В. Шалунов; Алт. гос. техн. ун-т, БТИ. – Бийск: Изд-во Алт. гос. техн. ун-та, 2010. – 203с.

Допоміжна

6. Размерная электрическая обработка металлов: учеб. пособие / [Артомонов Б. А., Вишницкий А. Л., Волков Ю. С., Глазков А. В.]; под ред. А. В. Глазкова. – М.: Высш. шк., 1978. – 336 с., ил.

7. Коваленко В. С. Малоотходные процессы резки лучом лазера / В. С. Коваленко, В. В. Романенко, Л. М. Олещук. – К.: Техніка, 1987. – 112 с., ил.

8. Электроэрозионная и электрохимическая обработка: расчёт, проектирование, изготовление и применение электродов-инструментов. Ч. 1. Электроэрозионная обработка. – М.: НИИИ по машиностроению, 1980. – 224 с., ил.

9. Ставицкий Б. И. Из истории электроискровой обработки материалов / Б. И. Ставицкий. – Харьков, ПРАТ «Полиграфсервис», 2013. – 104 с., ил.

10. Лившиц А. Л. Электроимпульсная обработка материалов / А. Л. Лившиц, А. Т. Кравец, И. С. Рогачев, А. Б. Сосенко. – М.: Машиностроение, 1967. – 275 с.

11. Фотеев Н. К. Технология электроэрозионной обработки / Н. К. Фотеев. – М.: Машиностроение, 1980. – 184 с., ил.

12. Мицкевич М. К. Электроэрозионная обработка металлов / [М. К. Мицкевич, А. И. Бушик, И. А. Бакуто и др.]; под ред. Некрашевича. – Минск: Наука и техника, 1988. – 216 с.

13. Справочник по электрохимическим и электрофизическим методам обработки / под ред. В. А. Волосатова. – М.: Машиностроение, 1988.-719 с: ил.

14. Боков В. М. Розмірне формування поверхонь електричною дугою: монографія / В. М. Боков. – Кіровоград: Поліграфічно-видавничий центр ТОВ «Імекс – ЛТД», 2002. – 300 с.

15. Боков В. М. Обробка отворів електричною дугою: монографія / В. М. Боков, М. І. Попова. – Кіровоград: Поліграфічно-видавничий центр ТОВ «Імекс – ЛТД», 2014. – 160 с.

14. Інформаційні ресурси

1. <http://nbuv.gov.ua> – Національна бібліотека імені В.І. Вернадського
2. <http://dspace.kntu.kr.ua> – Репозитарій Центральноукраїнського національного технічного університету
3. <http://moodle.kntu.kr.ua> – Дистанційна освіта Центральноукраїнського національного технічного університету
4. <https://books.google.com.ua> – Сервіс повнотекстового пошуку по книгам, що оцифровані компанією Google