

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
“Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”
ЗВАРЮВАЛЬНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

ЗАТВЕРДЖЕНО

Вченою радою

Зварювального факультету "

протокол № 7 від «20» лютого 2017 р.

Голова вченої ради _____ С. К. Фомічов

ПРОГРАМА

**Додаткового випробування для вступу на освітньо-професійну програму
підготовки магістра спеціальності 131 Прикладна механіка по спеціалізаціям:**

**«Технології та інжиніринг у зварюванні»
«Автоматизовані технологічні системи у зварюванні»**

ВСТУП

Програма додаткового фахового випробування складена на базі навчальних програм нормативних фахових дисциплін: зварювальні джерела живлення, зварювання тиском, наплавлення та напилення, теорія зварювальних процесів, технологія та устаткування для зварювання плавленням та металознавство та термічна обробка зварних з'єднань.

Тривалість випробування складає 2 академічні години без перерви та відбувається у вигляді письмової відповіді на п'ять теоретичних питань.

РОЗДІЛ 1. Зварювальні джерела живлення

Фізична сутність і будова зварювальної дуги.

Класифікація джерел струму. Сучасний стан їх розвитку і виробництва.

Загальні рівняння роботи трансформаторів. Конструкція, принцип дії трансформаторів з нормальним та з розвиненим розсіянням. Трансформатори з електричним регулюванням струму та напруги. Конструкція та принцип дії трансформаторів для електрошлакового зварювання.

Зварювальні випрямлячі, їх класифікація, схеми випрямлення. Випрямлячі, що керуються трансформаторами, дроселем насичення. Тиристорні випрямлячі, керування тиристорами за допомогою фазообертаючих улаштувань. Багатопостові зварювальні випрямлячі.

Інверторні джерела живлення. Принцип дії інверторного джерела. Конструкція випрямляча з тиристорним та транзисторним інвертором.

Зварювальні генератори, перетворювачі та агрегати. Конструкція та принцип дії колекторних та вентильних генераторів.

Спеціалізовані джерела живлення. Обладнання для збудження та стабілізації зварювальної дуги. Джерела для імпульсно-дугового зварювання та аргоно-дугового зварювання. Джерела живлення для зварювання, різання та напилення стисненою дугою. Монтаж та експлуатація джерел, заходи безпеки при експлуатації джерел.

РОЗДІЛ 2. НАПЛАВЛЕННЯ ТА НАПИЛЕННЯ

Наплавлення.

Загальні теоретичні відомості. Поняття та визначення.

Способи наплавлення. Наплавлення електродним дротом в захисних газах і під флюсом. Наплавлення електродною стрічкою. Вібродугове наплавлення. Імпульсно-дугове наплавлення. Плазмове наплавлення. Електрошлакове наплавлення. Стики-шлакове наплавлення. Індукційне наплавлення. Електроконтактне наплавлення. Наплавлення суцільним і порошковим матеріалом. Електронно-променеве наплавлення. Лазерне наплавлення. Плакування з використанням енергії вибуху. Плакування прокатуванням і екстрагуванням. Галузі застосування. Наплавлення тертям.

Матеріали для наплавлення. Електроди. Типи електродів. системи легування й умов роботи наплавленого металу. Найбільш поширені марки електродів.

Порошкові дроти. Хімічний склад наплавленого металу та призначення найбільш поширених порошкових дротів.

Стрічки холоднокатані, порошкові та спечені. Хімічний склад наплавленого металу та призначення найбільш поширених холоднокатаних, порошкових та спечених стрічок.

Порошки зі сплавів для індукційного, плазмово-порошкового та електроконтактного наплавлення.

Технологія наплавлення.

Підготовка деталей до наплавлення.

Особливості технології наплавлення вуглецевих і легованих сталей.

Особливості технології наплавлення високолегованого металу з властивостями швидкоріжучих сталей.

Особливості технології наплавлення високомарганцевих аустенітних сталей.

Особливості технології наплавлення високохромістичних чавунів.

Особливості технології наплавлення сплавів на основі карбідів хрому чи вольфраму.

Технологія наплавлення теплостійких шарів.

Технологія наплавлення корозійностійких шарів.

Особливості технології наплавлення хромонікелевих і хромонікельмарганцевих нержавіючих сталей.

Технологія наплавлення корозійно і жаростійких шарів.

Напилення.

Технологічні процеси підготовки поверхонь для нанесення покриття. Принципові схеми маршрутної технології підготовка поверхонь деталей і

конструкцій перед нанесенням покриття. Механічна обробка, знежирювання, активація і формування шорсткості поверхні, попереднє підігрівання поверхні, нанесення прошарку. Обробка деталей після нанесення покриття.

Технологічні процеси нанесення покриття.

Газотермічні методи нанесення покриття. Газополуменеве нанесення покриття. Детонаційне нанесення покриття. Плазмове нанесення покриття. Електродугове нанесення покриття. Нанесення газотермічного покриття у динамічному вакуумі. Газодинамічне нанесення покриття.

Вакуумно-конденсаційні методи нанесення покриття (ВКНП)

Способи вакуумно-конденсаційного напилення термічним випаровуванням. Вакуумно-конденсаційне напилення покриття вибуховим випаровуванням – розпиленням (сублімацією).

Способи вакуумно-конденсаційного нанесення покриття іонним розпиленням.

Реакційне вакуумно-конденсаційне нанесення покриття. методи CVD.

Хімічне осадження з парової (газової) фази. Методи CVD.

Технологічне устаткування для нанесення покриття.

Обладнання для газотермічних методів нанесення покриття. Установки для газополуменевого, детонаційного, електродугового та плазмового нанесення покриття їх енергетичні характеристики.

Обладнання для вакуумно-конденсаційних методів нанесення покриття. Структура обладнання, призначення функціональних блоків. Установки для вакуумно-конденсаційного методу нанесення покриття термічним випаровуванням, вибуховим розпиленням, іонним розпиленням.

РОЗДІЛ 3. Зварювання тиском

Сутність способів зварювання тиском. Параметри процесів зварювання тиском. Способи контактного зварювання.

Точкове, рельєфне та шовне зварювання. Процеси нагрівання металу в зоні зварювання. Електричні опори зони зварювання. Температурні та електричні поля. Тепловий баланс. Явище шунтування струму. Вплив параметрів режиму зварювання на розміри ядра. Основні дефекти з'єднання, їх утворення та заходи попередження. Основні конструктивні елементи і параметри з'єднань. Типові циклограми процесів точкового, рельєфного і шовного зварювання. Вплив властивостей матеріалів, що зварюються на вибір параметрів режиму зварювання.

Стикове зварювання. Стикове зварювання опором. Джерела теплоти при зварюванні. Типова циклограма процесу. Стикове зварювання оплавленням. Контактний опір при зварюванні. Циклограма процесу зварювання. Стійкість оплавлення.

Машини для контактного зварювання. Приводи стискання та затискання деталей. Пневматичні пристрої. Електроди точкових та шовних машин. Роликові головки.

Електрична частина машин. Регулятори часових інтервалів. Типи вмикаючих пристроїв. Джерела зварювального струму машин контактного зварювання. Зварювальний контур контактної машини.

Інші способи зварювання тиском.

Конденсаторне зварювання. Зварювання тертям. Пресове зварювання дугою, яка обертається в магнітному полі. Ультразвукове зварювання. Зварювання струмом високої частоти. Дифузійне зварювання. Зварювання вибухом. Холодне зварювання. Термокомпресійне зварювання.

РОЗДІЛ 4. Теорія зварювальних процесів

Фізична сутність зварювання. Утворення зварного з'єднання. Класифікація процесів зварювання плавленням та тиском.

Схема і сутність типових способів зварювання плавленням: дугового покритими електродами, в захисних газах плавким і неплавким електродами, під флюсом, електрошлакового, газового, плазмового, електронним і фотонним променями.

Схема і сутність типових процесів зварювання тиском: контактного точкового, шовного, рельєфного, стикового опором та оплавленням, тертям, вибухом, конденсаторного.

Енергія, що використовується при зварюванні. Класифікація і загальна характеристика джерел тепла.

Фізичні процеси зварювальної дуги. Загальна характеристика дуги та її областей.

Фізичні процеси в стовпі дуги. Іонізація газу і пари, ступінь іонізації, іонізація суміші газу. Перенос струму в стовпі дуги, щільність струму. Баланс енергії в стовпі дуги. Каналова модель дуги, вольтамперна характеристика стовпа вільної дуги. Принцип мінімуму, температура стовпа дуги. Принципи утворення стисненої дуги. Вольтамперна характеристика стисненої дуги.

Фізичні процеси в катодній області, холодний і гарячий катоди. Баланс енергії на катоді.

Фізичні процеси в анодній області. Баланс енергії на аноді.

Недугові джерела тепла. Контактний опір як джерело тепла. Джерела тепла та тепловий баланс при контактному точковому та стиковому зварюванні.

Електронний промінь. Лазер. Газове полум'я, горючі гази.

Ефективний коефіцієнт корисної дії дуги.

Нагрівання і плавлення електродного металу, продуктивність плавлення, швидкість плавлення. Коефіцієнт нерівномірності плавлення штучного електроду, гранична температура. Плавлення електродного дроту.

Зварювальний дріт, штучні електроди.

Перенос електродного металу. Сили, що діють на краплю електродного металу. Діаметр краплі, струменевий перенос. Особливості переносу електродного металу при зварюванні в CO₂ і під флюсом. Методи керування переносом електродного металу.

Коефіцієнти розплавлення, наплавлення та втрат при дуговому і електрошлаковому зварюванні.

Принцип саморегулювання дугового зварювання, коефіцієнт саморегулювання.

Принцип авторегулювання дугового зварювання. Настроювання на необхідний режим дугових апаратів з само- і авторегулюванням процесу зварювання.

Нагрівання і плавлення основного металу.

Температурне поле, диференційне рівняння теплопровідності, методи розв'язування. Схеми джерел тепла і твердих тіл.

Температурне поле напівобмеженого твердого тіла при безперервній дії точкового джерела тепла.

Основні розміри зварювальної ванни при наплавленні на масивний виріб. Об'єм і тепловміст зварювальної ванни. Середня температура металу зварювальної ванни.

Термічний коефіцієнт корисної дії.

Оцінка глибини проплавлення типових способів зварювання. Діапазон зварюваних товщин для типових способів зварювання.

Термічний цикл зварювання та його характерні точки. Швидкість охолодження металу зварного з'єднання. Методи регулювання термічного циклу зварювання.

Процеси утворення газової фази дуги: випаровування металів і сплавів, дисоціація карбонатів, оксидів, молекулярних газів.

Окислення металів і сплавів. Вплив кисню на властивості металу шва. Розкислення металу шва. Оксидні включення. Крихке руйнування, схема Йоффе.

Взаємодія металу шва з азотом.

Взаємодія металу шва з воднем.

Захист металу шва від повітря. Оцінка ефективності захисту. Газовий захист, захисні гази. Газошлаковий захист, будова та технологічні характеристики покриття електроду і порошкового дроту. Шлаковий захист. Флюси для дугового і електрошлакового зварювання.

РОЗДІЛ 5. Металознавство та термічна обробка зварних з'єднань

Механізм взаємодії шлаку з металом. Легування металу шва. Рафінування металу шва.

Метали: класифікація, атомна та кристалічна будова, кристалічна ґратка, її характеристики. Металеві сплави, основні типи будови сплавів: механічні суміші, тверді розчини, хімічні сполуки. Діаграми стану подвійних систем, їх побудова, правило фаз та відрізків.

Залізо-вуглецеві сплави, діаграма залізо-вуглець, класифікація сталі по вмісту вуглецю і легуючих елементів. Сталі звичайної якості та якісні, їх властивості, маркування і галузі застосування.

Основи теорії кристалізації металу і сплаву, концентраційне охолодження, структура фронту кристалізації. Мікродофекти кристалізації. Ліквіація.

Особливості кристалізації металу шва, методи керування кристалізацією.

Мікроструктура низько вуглецевого металу шва. Розпад аустеніту, С- подібні діаграми, процеси дифузійного та без дифузійного розпаду аустеніту, структури, що утворюється, та їх характеристика, вплив легуючих елементів на процеси розпаду аустеніту. Зона термічного впливу при зварюванні низьковуглецевих і вуглецевих гартівних сталей.

Макродофекти кристалізації.

Пори в зварних швах, методи боротьби.

Гарячі тріщини, кристалізаційні і підсолідусні тріщини. Методи оцінки стійкості проти утворення гарячих тріщин. Методи боротьби з гарячими тріщинами.

Холодні тріщини, методи оцінки здатності утворювати холодні тріщини. Методи боротьби з холодними тріщинами.

РОЗДІЛ 6. Технологія та устаткування для зварювання плавленням

Параметри типових способів зварювання. Вплив основних параметрів зварювання на розміри, форму і якість шва. Методи визначення параметрів зварювання.

Класифікація спеціальних способів зварювання та їх техніко-економічна характеристика.

Поняття зварювальної установки та її основні частини.

Напівавтомати та автомати для дугового зварювання, їх функції та основні частини. Класифікація та технічна характеристика напівавтоматів та автоматів для дугового зварювання.

Класифікація джерел живлення змінного струму. Способи регулювання струму та напруги. Класифікація джерел живлення постійного струму. Принципи регулювання струму та напруги у випрямлячах і генераторах. Функціональні схеми окремих джерел постійного струму. Джерела живлення спеціального призначення та галузі їх застосування.

Здатність до зварювання. Методи оцінки здатності до зварювання.

Типи /класифікація/ зварних з'єднань. Типи /класифікація/ підготовки крайок.

Положення зварювання.

Техніка зварювання тонко- і товстолистового металу у різних положеннях стиковими і круговими швами. Етапи формування з'єднання при контактному точковому, шовному і рельєфному та стиковому зварюванні опором і оплавленням.

Техніка формування кореневого проходу або шва.

Зварювання низьковуглецевих і низьколегованих сталей ($\sigma_b < 600$ МПа).

Склад, структура, властивості та використання згаданих сталей.

Здатність до зварювання (пори, гарячі та холодні тріщини, крихкість, механічні властивості та ін.).

Способи зварювання і зварювальні матеріали.

Особливості техніки та режими зварювання.

Термічна або термомеханічна обробки зварних з'єднань та їх механічні властивості.

Зварювання вуглецевих і легованих гартівних сталей ($\sigma_b < 600$ МПа).

Зварювання високолегованих сталей мартенситного, феритного та аустенітного класів. Зварювання чавуну. Зварювання нікелю та його сплавів. Зварювання міді та її сплавів. Зварювання алюмінію та його сплавів. Зварювання титану та його сплавів. Зварювання сталей та кольорових металів в різнорідних сполученнях.

ПРИКІНЦЕВІ ПОЛОЖЕННЯ

Враховуючи теоретичний зміст запитань використання допоміжного матеріалу *не дозволяється*.

КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ДОДАТКОВОГО ФАХОВОГО ВИПРОБУВАННЯ

Білет складається з п'яти питань. Максимальна кількість балів, які можна отримати за кожне питання – 20 балів. Максимальна кількість балів за відповіді на п'ять питань: $20 \times 5 = 100$ балів. Для отримання «зараховано» необхідно набрати сумарну кількість балів не нижче **60**.

R_i	Критерії оцінювання теоретичного питання
18...20	Абітурієнт демонструє повні й міцні знання навчального матеріалу в заданому обсязі, необхідний рівень умінь і навичок, правильно й обґрунтовано приймає необхідні рішення в різних нестандартних ситуаціях.
16...17	Абітурієнт припускається окремих помилок, але знає визначення основних понять і величин дисципліни, в цілому розуміє фізичну суть процесів.
13...15	Абітурієнт допускає несуттєві неточності, має труднощі у трансформації умінь у нових умовах.
10...12	Абітурієнт засвоїв основний теоретичний матеріал, але допускає неточності, що не є перешкодою до подальшого навчання. Уміє використовувати знання для вирішення стандартних завдань.
8...9	Абітурієнт частково відповідає на питання екзаменаційного білету, демонструє базові знання основних положень дисциплін. Відповіді непослідовні. Наявні помилки.
$R < 8$	Відповідь відсутня або її зміст не відповідає питанню.

Для отримання абітурієнтом відповідних оцінок (ECTS та традиційних) його загальна кількість балів (**RD**) переводиться згідно з таблицею:

RD	Оцінка ECTS	Традиційна оцінка
95...100	A	Зараховано
85...94	B	
75...84	C	
65...74	D	
60...64	E	
RD < 60	F_x	незараховано

ПРИКЛАД ТИПОВОГО ЗАВДАННЯ

Екзаменаційний білет складається з п'яти теоретичних запитань, наприклад:

1. Які ви знаєте універсальні зварювальні випрямлячі? Поясніть призначення та принцип дії одного з них.
2. Визначити гази та розрахувати необхідну їх кількість і способи доставки на підприємство (у рідкому чи газоподібному стані) для газопостачання виробничої ділянки оснащеної 10 пальниками для газового зварювання типу Г – 2
3. Поясніть сутність понять “механізація”, “автоматизація”, “автоматичне керування” та “автоматизоване керування”.
4. Фізичні процеси в катодній області. Об’ємний електричний заряд катодної області. Робота і потенціал виходу.
5. Процес анізотермічного розпаду аустеніту, критична швидкість охолодження та вплив на неї вуглецю та легуючих елементів.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

Основна:

1. Голошубов В. І. Зварювальні джерела живлення: Навчальний посібник. – К.: Арістей, 2005-448с.
2. Голошубов В. І., Шевченко М. В. Джерела живлення для дугового зварювання: навч. посіб. – К.: НТУУ “КПІ”, 2012. – 372 с.
3. Автоматичне керування електрозварювальними процесами і установками: Навч. Посібник/ За ред. В.К.Лебедева, В.П. Черниша. – К.: Вища шк., 1994. – 391с.
4. Пахаренко В.А. Зварювання тиском. – «Екотехнологія», 2011. – 272 с.
5. Оборудование для дуговой сварки : Справочное пособие/Под редакцией Смирнова В.В., Л.: Энергоатомиздат, 1986.-656с.
6. Браткова О.Н. „Источники питания сварочной дуги”:учебник.-М.:Высшая школа, 1982.-152с.
7. Закс М.И. Сварочные выпрямители.-Л..Энергоатомиздат,1983.-94с.Александров А.Г., Заруба И.М., ПиньковскийИ.В. Источники питания для дуговой и электрошлаковойсварки. Справочное пособие. Промінь,1976.-151с.
8. Закс М.И., Каганский Б.А., Печенин А.А.Трансформаторы для электродуговой сварки.-Л.:Энергоатомиздат, 1988.-136.
9. Нестеров, Б.З.Электросварочные генераторы повышеннойчастоты. Л.: Энергия, 1978.-118с.
- 10.Технология и оборудование сварки плавлением. Под ред.Г.Д.Нікіфорова -М. Машиностроение, 1978.-327с.
- 11.Волченко В. Н. Теория сварочных процессов [Текст]: учеб. для вузов по спец. «Оборудование и технология сварочн. пр-ва» / В. Н. Волченко, В. М. Ямпольский, В. А. Винокуров и др.; под ред. В. В. Фролова. – М.: Высш. шк., 1988. – 559 с.: ил.; 22 см. – Библиогр.: с. 550-551. – 24000 экз. – ISBN 5-06-001473-8.
- 12.Коперсак В. М. Теорія процесів зварювання – 1.Джерела нагрівання та теплові процеси при зварювання [Текст]: Текст лекцій.Ел.видання. / В. М. Коперсак К.: НТУУ «КПІ», 2011. – 384 с.
13. Коперсак В. М. Теорія процесів зварювання – 2. Фізико-хімічні та металургійні процеси при зварюванні [Текст]: Текст лекцій. Ел.видання. / В. М. Коперсак К.: НТУУ «КПІ», 2011. – 252 с.
- 14.Котик В.Т. "Металознавство і термічна обробка зварних з'єднань" К.. НТУУ "КПІ", 2011 - 184с.

15. Технология электрической сварки металлов и сплавов плавлением. / Под ред. Б. Е. Патона. – М.: Машиностроение, 1974. - 768 с.
16. Кузнецов В.Д., Пащенко В.М., К.А. Ющенко, Ю.С. Борисов. Фізико-хімічні основи інженерії поверхні: Навч. посібник.- К.: ВІПОЛ, 2005.-372 с.
17. Кузнецов В.Д., Пащенко В.М. Фізико-хімічні основи створення покриттів: Навч.посібник.- К.: НМЦВО, 1999.-176 с.
18. Кузнецов В.Д., Пащенко В.М. Фізико-хімічні основи модифікації структури та легування поверхні: Навч. посібник.-К.: НМЦВО, 2000.-160 с.
19. Корж В. М. Газотермічна обробка матеріалів: Навч. посібник. К.: Екотехнологія, 2005. – 195 с.
20. Евсеев Г. Б., Глизманенко Д. Л. Оборудование и технология газопламенной обработки металлов и неметаллических материалов. – М.: Машиностроение. – 1974. – 312 с.
21. Ющенко К.А., Борисов Ю. С., Кузнецов В. Д., Корж В. М. Інженерія поверхні: Підручник. – К.: Наукова думка, 2007. – 558 с.
22. Кузнецов В. Д., Гедрович А. І., Житков А. Б., Воронков К. В. Технологія та устаткування наплавлених деталей: Навч. посібник. – Луганськ: Вид-во Східноукр. нац. ун-ту ім. В. Даля. – 254 с.
23. Корж В. М., Кузнецов В. Д., Борисов Ю. С., Ющенко К. А. Нанесення покриття: Навч. посібник. – К.: Арістей, 2005. – 205 с.
24. Гаркунов Д. Н. Триботехника: Учебник для студентов вузов. – М.: Машиностроение, 1989. – 328 с.
25. Крагельский И. В., Добычин М. Н. Камбалов В. С. Основы расчетов на трение и износ. – М.: Машиностроение, 1977. – 526 с.

Додаткова:

26. Гитлевич А.Д., Этингер Л.Н. Механизация и автоматизация сварочного производства. – М; Машиностроение, 1972 – 280 с.
27. Технология и оборудование контактной сварки: Учебник для машиностроительных вузов. / Б.Д. Орлов и др. – 2-е изд. – М.: Машиностроение, 1986 г. – 352 с.
28. Чвертко А.И., Патон В.Е., Тимченко В.А. Оборудование для механизированной дуговой сварки и наплавки. – М.: Машиностроение, 1981. – 263 с.
29. Бельфор М.Г., Патон В.Е. Оборудование дуговой и шлаковой сварки и наплавки. - М.: Высшая школа, 1974. – 256 с.
30. Петров Г. Л. Теория сварочных процессов (с основами физической химии) [Текст]: учеб. для вузов / Г. Л. Петров, А. С. Тумарев. – Изд. 2-е, перераб. – М.: Высш. шк., 1977. – 392 с.: ил.; 22 см. – Библиогр.: с. 389-390. – 20000 экз.
31. Гуляев А.П. Металловедение. – М.: Металлургия, 1986. – 542 с.

- 32.Бялік О.М., Черненко В.С., Писаренко В.М., Москаленко Ю.Н. Металознавство. - К.: Політехніка, 2002. - 383 с.
- 33.Єфіменко М.Г., Радзівілова Н.О. Металознавство і термічна обробка зварних з'єднань. – Харків,: - 2003. - 488 с.
- 34.Попова Л.Е., Попов А.А. Диаграммы превращения аустенита в сталях и бета-раствора в сплавах титана. Справочник термиста. - М.: Металлургия, 1991. - 502 с.
- 35.Каховский Н.И, Фартушный В.Г., Ющенко К.А. Электродуговая сварка сталей. Справочник. – Киев: Наук. думка, 1975. – 480 с.
- 36.Акулов А. И. Сварка в машиностроении. Справочник. Т.2 / Под ред. А.И Акулова. – М.: Машиностроение, 1978. – 462 с.
- 37.Гуревич С.М. Справочник по сварке цветных металлов. / Отв. ред. В.Н.Замков. – 2-е изд., перераб. и доп. – Киев: Наук. думка, 1990. – 512 с.
- 38.Сорокин В.Г. Марочник сталей и сплавов. – М.: Машиностроение, 1989. – 640 с.
- 39.Терещенко В.П., Лабанов А.В. Выбор и применение способов сварки при изготовлении конструкций. – Киев: Наук. думка, 1987. - 192 с.
- 40.Ольшанский Н.А. Сварка в машиностроении. Справочник. Т.1 / Под ред. Н.А. Ольшанского. – М.: Машиностроение, 1978. – 502 с.
- 41.Потапьевский А.Г. Сварка в защитных газах плавящимся электродом. - М.: Машиностроение, 1974. - 240 с.
- 42.Смирнов В.В. Оборудование для дуговой сварки. Справочник. / Под ред. В.В. Смирнова. – Л.: Энергоиздат, 1986. – 656с.
- 43.Акулов А.И., Бельчук А.К., Демянцевич В.П. Технология и оборудование сварки плавлением: Учебник. - М.: Машиностроение, 1977. - 432 с.
- 44.Горпенюк В.Н. Сварочные материалы для сварки сталей и чугуна. Электроды, флюсы, проволоки. / Под ред. В.Н. Горпенюка. – Киев: Эксповелд, 1996. – 500 с.
- 45.Порошковая металлургия и напыленные покрытия. Под ред. Б.С. Митина.- М.: Металлургия, 1987.-792 с.

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ

1. Скачков Ігор Олегович, в.о. завідувача кафедри ЕЗУ, к.т.н., доц.
2. Квасницький Віктор В'ячеславович, завідувач кафедри ЗВ, д.т.н., проф.
3. Фомічов Сергій Костянтинович, професор кафедри ЕЗУ, д.т.н., проф.
4. Пахаренко Валерій Андрійович, доцент кафедри ЕЗУ, к.т.н., доц.
5. Шевченко Микола Віталійович, доцент кафедри ЕЗУ, к.т.н.
6. Бойко Віталій Петрович, ст. викл. кафедри ЗВ