

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЗАПОРІЗЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

**ЗАТВЕРДЖУЮ:**

Проректор з НР та МД

В.А. Шаломєєв



2023р.

**ПРОГРАМА**

**вступного іспиту до аспірантури  
за спеціальністю 131 Прикладна механіка**

## **ОПП «Технології та устаткування зварювання», «Відновлення та підвищення зносостійкості деталей і конструкцій»**

### **1. Характеристики основних способів зварювання**

Дугове зварювання плавким електродом. Дугове зварювання неплавким електродом. Плазмове та мікроплазмове зварювання. Електрошлакове зварювання. Газове зварювання. Зварювання електронним променем. Зварювання лазером. Контактне зварювання (стикове, шовне, точкове). Конденсаторне зварювання. Високочастотне зварювання. Дифузійне зварювання. Автовакуумне зварювання тиском. Зварювання тертям. Зварювання вибухом. Ультразвукове зварювання.

### **2. Зварювальна дуга та термічні цикли зварювання**

Особливості дугового розряду. Електронна емісія. Явища у катодній області. Процеси у стовпі дуги. Температура стовпа дуги. Анодна область. Баланс енергії на катоді та аноді. Вольт - амперна характеристика дуги. Фактори, які визначають проплавлення металу зварювальною дугою. Вплив компонентів флюсів, захисних газів та електродів на глибину проплавлення дугою. Основні характеристики термічного циклу (миттєва швидкість охолодження, максимальна температура, тривалість нагрівання вище даної температури). Регулювання термічних циклів при зварюванні та наплавленні. Методи математичного моделювання теплових процесів при зварюванні.

### **3. Перенос металу під час зварювання плавленням**

Особливості плавлення електрода при різноманітних способах зварювання. Кінетика плавлення та переносу металу. Сили, які діють на краплю. Види переносу електродного металу. Вплив режимів зварювання, складу покриття (флюсів, газів) на перенос електродного металу. Роль полярності струму. Управління переносом металу при дуговому зварюванні плавким електродом.

#### 4. Захисні гази для зварювання. Взаємодія металу з газами

Окиснювальні, відновлювальні та інертні захисні гази. Вуглекислий газ, вимоги до його складу. Аргон та гелій. Газові суміші, їх склади та властивості. Газова фаза при дуговому зварюванні. Розчинення газів в металах, вплив температури. Хімічна взаємодія газів та металу. Поведінка газів при кристалізації металу. Причини виникнення пор в зварних швах, роль водню, азоту та окису вуглецю. Вплив способу, полярності та режиму зварювання на виникнення пор. Методи запобігання утворенню пор при зварюванні сталей штучними електродами, під флюсом, порошковим дротом, в захисних газах, електрошлаковому зварюванні.

#### 5. Типи електродних покриттів

Класифікація електродів за вітчизняними та міжнародними стандартами. Особливості металургійних процесів зварювання електродами з різноманітними типами покриття (руднокисле, рутилове, фтористо-кальцієве, органічне). Зварювально-технологічні характеристики електродів. Особливості взаємодії металу з газами та шлаком. Причини виникнення пористості швів при зварюванні електродами різних типів та методи боротьби з пористістю. Сучасні технології виготовлення електродів.

#### 6. Типи флюсів та зварювального дроту для дугового та електрошлакового зварювання

Основні вимоги до флюсу для дугового зварювання. Плавлені та керамічні флюси. Типи та марки флюсів і дротів для зварювання і наплавлення.

#### 7. Легування та модифікування наплавленого металу

Порівняльна характеристика легування через дріт, покриття електродів та флюс. Розрахунок складу наплавленого металу шва при зварюванні під флюсом та в захисних газах.

#### 8. Структура металу шва та зони термічного впливу при зварюванні

Первинна та вторинна структури при зварюванні низьковуглецевих, низьколегованих та високолегованих сталей. Структура зони термічного

впливу при зварюванні низьковуглецевих та гартівних легованих сталей. Вплив швидкості охолодження та хімічного складу металу на структуру швів та зони термічного впливу. Аналіз структури сталевих швів з використанням термодинамічних діаграм перетворення аустеніту. Включення в металі шва та принципи їх утворення.

#### 9. Деформації та напруження при зварюванні

Класифікація зварювальних напружень та деформацій. Механізм утворення поздовжніх напружень та деформацій в найпростіших елементах зварних конструкцій. Методи розрахунку залишкових напружень та деформацій при зварюванні. Методи експериментального визначення залишкових напружень при зварюванні. Особливості розподілу зварювальних напружень та деформацій в типових зварних конструкціях. Вплив зварювальних напружень та деформацій на якість зварних виробів. Методи регулювання напружень та деформацій при зварюванні.

#### 10. Металургійні та технологічні особливості зварювання кольорових металів і сплавів

Найважливіші особливості та основні способи зварювання алюмінію, титана, міді та сплавів на їх основі. Дефекти при зварюванні кольорових металів зі сталями та між собою. Найважливіші особливості зварювання хімічно активних металів та сплавів на їх основі. Причини утворення пор та тріщин, засоби їх усунення.

#### 11. Наплавлення

Наплавлення, особливості відновлювального наплавлення та наплавлення шарів зі спеціальними властивостями. Структура наплавленого металу та його властивості.

#### 12. Дугове зварювання

Особливості дугового розряду. Баланс енергії на катоді та аноді. Вольт-амперна характеристика дуги. Фактори, які визначають проплавлення металу зварювальною дугою. Розрахункові схеми процесів нагрівання металу дугою. Основні параметри, що характеризують зварювальну ванну. Особливості

плавлення електрода при різноманітних способах зварювання. Кінетика плавлення та переносу металу. Сили, які діють на краплю. Види переносу електродного металу. Способи керування переносом електродного металу. Вплив параметрів режиму на форму та розміри зварювальної ванни. Перемішування металу в зварювальній ванні та його причини. Порівняльна характеристика легування через дріт, покриття електродів та флюс. Розрахунок складу наплавленого металу шва при зварюванні під флюсом та в захисних газах. Особливості первинної кристалізації зварних швів. Розподіл легуючих елементів та домішок при кристалізації зварювальної ванни. Мікроскопічна, хімічна та фізична неоднорідність. Окиснювальні, відновлювальні, інертні захисні гази та суміші газів. Хімічна взаємодія газів та металу. Основні вимоги до флюсу для дугового зварювання. Плавлені та керамічні флюси, їх взаємодія з металом зварювальної ванни. Саморегулювання дуги. Автоматичне регулювання напруги на дузі. Автоматичне регулювання вильоту електрода. Стеження за стиком, типи та області застосування. Орбітальне дугове зварювання (MIG/MAG, TIG).

### 13. Джерела живлення для дугового зварювання

Технічні характеристики джерела живлення. Вольт-амперні характеристики джерел живлення (ВАХ). Властивості джерел живлення з жорсткою ВАХ. Властивості джерел живлення зі спадною ВАХ. Зварювальні трансформатори, будова, характеристики, особливості застосування. Зварювальні випрямлячі, будова, характеристики, особливості застосування. Зварювальні випрямлячі з транзисторним ключем, будова, характеристики, особливості застосування. Зварювальні інверторні джерела живлення, будова, характеристики, особливості застосування. Багатопостові джерела живлення. Вибір джерела зварювання. Режим роботи джерел живлення.

### 14. Електрошлакове зварювання

Сутність процесу. Різновиди електрошлакового зварювання і техніка його виконання. Параметри, що регулюються та керувальні дії. Особливості структури і властивості зварного з'єднання. Методи стабілізації

зварювального струму. Регулювання рівнів металевої та шлакової ванн. Керування розподілом енергії в зоні зварювання. Дозування компонента шлаку при електрошлаковому зварюванні протяжних швів Особливості керування при ЕШЗ з плавким мундштуком. Автоматизовані системи керування технологічним процесом електрошлакового зварювання. Дефекти зварних швів та причини їх виникнення, способи запобігання утворенню.

#### 15. Електронно-променеве зварювання

Особливості нагріву металу при ЕПЗ. Основні типи зварних з'єднань. Типова функціональна схема установки для електронно-променевого зварювання. Параметри, що регулюються та керувальні дії. Стабілізація прискорювальної напруги електронно-променевої гармати. Регулятори струму електронного променю, потужності променю, струмів фокусувальних лінз і відхилювальних котушок. Системи регулювання глибини провару при електронно-променевому зварюванні. Системи автоматичного направлення електронного променю по стику зварюваних кромок. Структура і особливості роботи установок електронно-променевого зварювання з системами керування на основі ЕОМ. Дефекти зварних швів та причини їх виникнення, способи запобігання утворенню.

#### 16. Контактне точкове зварювання тиском

Особливості утворення зварних з'єднань при контактному точковому зварюванні. Електропровідність зони утворення зварної точки. Нагрів металу в зоні зварювання. Технологія точкового, рельєфного, шовного зварювання. Зварювання неоднорідних матеріалів. Особливості технологічних процесів при зварюванні машинами змінного струму промислової і підвищеної частоти, конденсаторними машинами, машинами постійного струму. Кількісна оцінка впливу основних параметрів процесу точкового зварювання на якість зварних з'єднань. Особливості вибору керувальних дій і роботи автоматичних регуляторів параметрів зварювання. Узагальнена структура машин змінного струму промислової і підвищеної частоти, конденсаторних машин, машин постійного струму. Особливості приводів стискання машин

контактного зварювання. Типова функціональна схема регуляторів циклу зварювання. Контактори для точкових (шовних) машин. Зварювальні електроди, методи підвищення стійкості. Дефекти зварних точок, причини їх виникнення, способи запобігання утворенню.

#### 17. Стикове контактне зварювання

Особливості утворення зварних з'єднань при стиковому контактному зварюванні опором і оплавленням. Узагальнена структура машин контактного стикового зварювання. Умови забезпечення стійкості процесу оплавлення. Контактне стикове зварювання з попереднім підігріванням. Системи керування процесом оплавленням: розімкнуті, з корегувальними зв'язками за напругою, за струмом, за частотою пульсації струму. Автоматизації процесів термообробки з'єднань при стиковому контактному зварюванні. Дефекти зварних з'єднань та причини їх виникнення, способи запобігання утворенню.

#### 18. Споріднені процеси

Газополуменеве та плазмове різання. Газотермічні та вакуумно-конденсаційні способи напилення. Паяння матеріалів. Класифікація методів паяння. Особливості утворення паяних з'єднань. Змочування основного матеріалу та розтікання припою. Затікання припою в зазори, капілярні явища. Розчинення припоєм основного металу. Припої, принципи їх розробки та вибору.

#### 19. Роботизація, механізація, автоматизація зварювання

Роботизація, механізація, автоматизація зварювання: мета, задачі, переваги, проблеми, області застосування. Принципи автоматичного керування. Роботизація (он-лайн и офф-лайн програмування, моделювання, гнучкі виробничі системи). Системи комп'ютерного проектування CAD/CAM. Віртуальне виробництво, моделювання виробництва. Типові різновиди роботів, області застосування, проблеми, способи вирішення. Технологічність роботизованого зварювання. Методи початкової і поточної адаптації.

## 20. Контроль якості

Класифікація методів контролю якості зварних з'єднань. Фізичні основи та класифікація ультразвукових та радіаційних методів контролю.

## 21. Адитивні технології

Види адитивних процесів виробництва деталей. Матеріали, які використовуються при адитивному виробництві. Технологія виробництва. Визначення відповідності матеріалів для 3Д технологій вимогам стандартів. Властивості адитивних матеріалів. Взаємозв'язок міцності і пластичності вирошеного сплаву в залежності від використання порошків, отриманих різними методами.

### Рекомендована література:

1. Порошкові титанові сплави для адитивних технологій: структура, властивості, моделювання: монографія / О.В. Овчинников, З.А. Дурягіна, Т.Є. Романова, І.А. Лемішка, А.В. Панкратов, В.В. Кулик, Ю.Ф. Басов, М.В. Хазнаферов. Київ: Наукова думка, 2021. 196 с.
2. Биковський О.Г. Довідник зварника: навчальний посібник / О.Г. Биковський - К.: Основа - 2014. -448 с.
3. Биковський О.Г. Зварювання та різання кольорових металів: Довідковий посібник: навчальний посібник /О.Г. Биковський - К.: Основа, 2011. - 392 с
4. Проектування та експлуатація обладнання для дугового зварювання / Александров О.Г., Антонюк Д.А.: Навчальний посібник (з грифом МОН України). – Львів: Новий Світ – 2000, 2011. – 312 с.
5. Брыков М.Н. Износостойкость сталей и чугунов при абразивном изнашивании: монографія / М.Н. Брыков, В.Г. Ефременко, А.В. Ефременко - Херсон: Гринь Д.С., 2014. -364 с.
6. Контроль качества сварки / Под ред. В.Н. Волченко. – М.: Машиностроение, 1975. – 328 с.
7. Технология электрической сварки металлов и сплавов плавлением /



Под ред. Б.Е. Патона . – М.: Машиностроение, 1974. – 528 с.

8. Гуревич С.М. Справочник по сварке цветных металлов. – К.: Наукова думка, 1981. – 289 с.

9. Кузнецов В.Д., Пащенко В.М. Фізико-хімічні основи створення покриттів. – К.:МЕНЦ ВО, 1999. – 170 с.

10. Технология и оборудование контактной сварки. / Под ред. Б.Д. Орлова. – М.: Машиностроение, 1986. – 352 с.

11. Напруження та деформації при зварюванні. Навчальний посібник / В.І. Махненко, В.В. Квасницький, Г.В. Єрмолаєв, А.В. Лабарткава // Миколаїв: НУК, 2011. – 240 с.

12. Обробка матеріалів концентрованими потоками енергії. Навчальний посібник / В.М. Пащенко, В.Д. Кузнецов, В.В. Квасницький // К. Гнозіс, 2013. - 149 с.

13. Паяння матеріалів. Підручник / Г.В. Єрмолаєв, В.Ф. Квасницький, В.В. Квасницький, С.В. Максимова, В.Ф. Хорунов, В.В. Чигарьов // Миколаїв: НУК, 2014. - 387 с.

14. Спеціальні способи зварювання. Навчальний посібник / В.В. Квасницький // Миколаїв: УДМТУ, 2003. – 437 с.

15. Мажейка О.Й., Головка Л.Ф., Лутай А.М., Солових Є.К. Вакуумні іонно-плазмові технології зміцнення деталей машин триботехнічного призначення.- Кіровоград: «КОД», 2014.-316с.

16. Інженерія поверхні. Підруч. / К. А. Ющенко, Ю. С. Борисов, В. Д. Кузнецов, В. М. Корж; НАН України. Ін-т електрозварювання ім. Є.О.Патона. - К. : Наук. думка, 2007. - 559 с.

17. Теория сварочных процессов / Под ред. В.В. Фролова. – М.: Высшая школа, 1988. – 559 с.

## ОПП «Технології машинобудування»

### 1. Взаємозамінність. Система допусків та посадок

Посадки та їх види. Формування посадок у системі валу. Формування посадок у системі отвору. Допуски розмірів, форми, розташування поверхонь.

### 2. Різання металів та різальні інструменти

Інструментальні матеріали. Види інструментів та їх призначення. Геометрія різального клину інструментів.

### 3. Обладнання та транспорт механоскладальних цехів

Класифікація верстатів за різними критеріями. Технологічні можливості верстатів. Класи систем числового програмного управління. Напрямки автоматизації виробничих процесів. Види завантажувальних пристроїв. Пристрої для транспортування заготовок. Засоби контролю виробничих процесів. Складська, транспортна і інструментальна системи механоскладального виробництва.

### 4. Технологія машинобудування

Класифікація виробничих процесів. Такт випуску, об'єм партії заготовок. Точність механічної обробки. Класифікація похибок при механічній обробці. Базування заготовок. Принципи базування. Похибки базування. Оцінка якості механічної обробки за законом розподілу випадкових похибок. Режими різання та їх призначення. Технічне нормування механічних операцій. Типові технологічні процеси. Визначення складу і кількості технологічного обладнання цеху. Визначення складу і кількості робітників цеху. Статистичні методи контролю якості виготовлення деталей.

### 5. Технологічна оснастка

Класифікація пристроїв за призначенням. Схеми розташування опорних точок на деталях різних конструкцій. Основні установчі елементи

пристосувань. Допоміжні установчі елементи пристосувань. Розрахунки пристроїв на точність. Розрахунок сил затиску.

#### 6. Основи САПР

Визначення настроювального розміру. Нуль інструменту. Опорні точки. Оператори. Різновиди функцій.

#### 7. Зміцнюючі технології

Види концентраторів напружень. Визначення мікротвердості. Матеріал індентерів. Режими вигладжування.

#### 8. Металообробне обладнання

Класифікація обладнання за технологічним ознакою і видами обробки, за точністю обробки, за ступенем автоматизації. Точність і жорсткість верстатів. Методи утворення поверхонь. Твірні і напрямні лінії. Формоутворюючі рухи. Класифікація рухів в верстатах за функціональним призначенням: рухи формоутворення, ділення, допоміжні рухи і рухи керування. Зубообробні верстати. Кінематичне настроювання зубообробних верстатів. Принципи роботи і особливості верстатів різних груп: токарних, затилувальних, свердлильних, фрезерних, багатоцільових. Верстатні модулі. Системи керування верстатами. Адаптивні системи керування. Визначення технічної характеристики верстата. Ступінчасте і безступінчасте регулювання частот обертання шпинделя і подач. Ряди частот обертального руху. Стандартні значення знаменника ряду. Шпиндельні вузли верстатів. Матеріали і термообробка шпинделів. Вимоги до опор шпиндельних вузлів. Опори кочення опори ковзання шпинделів. Тягові пристрої приводів подач. Передачі гвинт-гайка кочення, гвинт-гайка ковзання. Вимоги до несучих систем верстатів. Матеріали і конструктивні форми базових деталей. Динамічна система верстата. Динамічні характеристики системи. Основні показники динамічної якості верстатів.

#### 9. Загальні питання програмування верстатів з ЧПК

Терміни та визначення. Особливості технологічної підготовки виробництва для верстатів з ЧПК. Програмне забезпечення та сучасні методи

розробки КП для верстатів з ЧПК. Структура і зміст NC програми. Типові схеми фрезерної обробки. Підхід та відхід інструмента. Системи координат фрезерних верстатів з ЧПК. Інтерфейс системи, керування системою. Початкові установки. Ознайомлення з черновими стратегіями обробки. Візуалізація обробки. Ознайомлення з чистовими стратегіями обробки. Формування NC програми. Розробка керуючих програм в САМ-системі PowerMILL. Межі при розробці керуючих програм. Створення межі. Використання межі при розробці керуючих програм. Шаблони обробки. Створення шаблонів. Використання шаблонів при розробці керуючих програм. Проекційна обробка. Загальні відомості проєкційної обробки. Стратегії проєкційної обробки. 4-х осьова обробка. Особливості 4-х осьової обробки. Створення систем координат. Створення стратегій обробки. Обробка за схемою 3+2. Особливості обробки за схемою 3+2. Створення стратегій обробки. 5-ти осьова обробка. Особливості 5-ти осьової обробки. Створення стратегій обробки.

#### 10. Спецметоди обробки

Класифікація електрофізичних та електрохімічних методів обробки. Фізико-хімічні явища в зоні обробки. Електроерозійні методи обробки. Електро-абразивний, електро-алмазний та анодно механічний, методи обробки. Електрохімічні методи обробки. Ультразвуковий метод обробки крихких матеріалів, віброобробка. Електронно-променевий та світло-променевий методи обробки. Застосування нетрадиційних методів обробки.

#### Рекомендована література:

1. Технологія машинобудування: Навчальний посібник / І.І. Юрчишин, Я.М. Литвиняк, І.Є. Грицай та ін./за ред. І.І. Юрчишина. – Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2009. – 528с.

2. Металлорежущие станки и автоматы: Учебник для машиностроительных вузов / Под ред. А.С. Проникова. – М.:

Машиностроение, 1981.-479с.

3. Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов: Справочник / В.И. Баранчиков, А.В. Жаринов, Н.Д. Юдина и др. Под ред. В.И. Баранчикова. –М.: Машиностроение, 1990.-400с.

4. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т.1 /Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. –М.: Машиностроение, 1985.- 496с.

5. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т.2 /Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. –М.: Машиностроение, 1985.- 656с.

6. Богуслаев В.А., Леховицер В.А., Смирнов А.С. Станочные приспособления. –Запорожье: Изд-во ОАО «Мотор Сич», 2004. -461с.

7. Богуслаев В.А, Цыпак В.И, Яценко В.К. Основы технологии машиностроения. Учебное пособие для студентов машиностроительных специальностей высших учебных заведений. –Запорожье: изд-во ОАО «Мотор Сич», 2003. – 336с.

8. Маталин А.А Технология машиностроения, -Л.: Машиностроение, 1985. – 512с.

9. Андерс А.А., Потапов Н.М., Шулешкин А.В. Проектирование заводов и механосборочных цехов в автотракторной промышленности: Учеб. пособие для студентов механических специальностей втузов. - М.: Машиностроение, 1982. - 271 с.

10. Богуслаев В.А. Отделочно-упрочняющая обработка деталей ГТД. / В.А. Богуслаев, В.К. Яценко, П.Д. Жеманюк и др. -Запорожье: Из-во «Мотор-Сич», 2005. -559с.

## **ОПП «Обладнання та технології пластичного формування конструкцій машинобудування»**

### 1. Ковальсько-штампувальне обладнання

Гаряче штампування на КГШП та молотах. Гідравлічні преси для обробки пластичних мас. Робочі вузли кривошипного пресу.

### 2. Технологія та оснащення для гарячого штампування

Конструкція штампів для гарячого штампування. Способи очищення поковок від окалини. Сили, що діють при гарячому штампуванні. Матеріали, що використовуються для інструменту при гарячому пресуванні.

### 3. Технологія та оснащення для холодного штампування

Розрахунок круглих матриць на міцність. Ознаки, за якими класифікують розділюючі штампи. Забезпечення точності штампованих деталей.

### 4. Теорія пластичного деформування

Швидкість деформації тіла. Напруження, що виникають при пластичному деформуванні. Складові тензора швидкості деформації

### 5. Деталі машин

Механічні передачі приводів машин. Оцінка вібростійкості конструкцій. Деталі редукторів.

### 6. Гідравліка, гідро- та пневмоприводи

Напор та вакууметричний тиск. Гідравлічне тертя. Швидкості витікання рідини через насадок. Продуктивність насосів.

### 7. Опір матеріалів

Моменти інерції. Напруження стержнів. Запас міцності конструкцій.

Рекомендована література:

1. Банкетов А. Н. Кузнечно-штамповочное оборудование / А.Н. Банкетов, Ю. А. Бочаров, Н. С. Добринский, Е. Н. Ланской, В.Ф. Прейс,

И.Д. Трофимов – 2-е изд., перераб. и доп.– М.: Машиностроение, 1982.– 576 с., ил.

2. Власов В. И. Кривошипные кузнечно-прессовые машины / В.И. Власов, А. Я. Борзыкин, И. К. Букин-Батырев, Ю.Т. Меркин, В.Г. Месяц и др.; под ред. В. И. Власова.– М.: Машиностроение, 1982.– 424 с.

3. Живов Л.И. Кузнечно-штамповочное оборудование: учебник для вузов / Л.И. Живов, А. Г. Овчинников, Е.Н. Складчиков – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006.– 560 с.

4. Романовский В.Я. Справочник по холодной штамповке / В.Я. Романовский.- 6-е изд., перераб. и доп. - Л.: Машиностроение, 1979. - 520с.

5. Устиненко В.Л. Напряженное состояние зубьев цилиндрических прямозубых колес / В.Л. Устиненко. - М. Машиностроение 1972г. 92с.

6. ГОСТ 21354-75. Передачи зубчатые цилиндрические эвольвентные. Расчет на прочность. – М.: Изд-во стандартов, 1978.- с. 61.

7. Справочник по сопротивлению материалов / М. И. Любошиц, Г.М. Ицкович. - 2-е изд., испр. и доп. - Минск: Высш. шк., 1969. - 464 с. : ил.

8. Зубцов М.Е. Листовая штамповка. М.: Машиностроение, 1980.–431с.

9. Справочник конструктора штампов: Листовая штамповка. /Под общ. ред. Л.И. Рудмана. - М.: Машиностроение, 1988. – 496 с.

10. Аверкиев Ю.А., Аверкиев А.Ю. Технология холодной штамповки: Учебник для вузов. - М.: Машиностроение, 1989. – 304 с.

11. Попов Е. А., Ковалев В.Г., Шубин И.Н. Технология и автоматизация листовой штамповки: Учебник для вузов. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2003. – 480 с.

12. Ковка и штамповка: справочник. В 4-х т. / Ред., состав.: Е.И. Семенов (пред.) и др.. – М.: Машиностроение, 1987. – Т.4 – 544 с.

13. Аверкиев Ю.А., Аверкиев А.Ю. Технология холодной штамповки. – М.: Машиностроение, 1982. – 168 с.

14.Зубцов М.Е. Листовая штамповка. – Л.: Машиностроение, 1980. –

432с.

15. Скворцов Г.Д. Основы конструирования штампов для холодной листовой штамповки / Г.Д. Скворцов - М.: Машиностроение, 1972. - 360 с.



## ОПШ «Обладнання та технології ливарного виробництва»

1. Класифікація обладнання ливарних цехів. Типи ливарного обладнання. Робочі процеси ливарних машин та вимоги до них. Приводи ливарних машин та ліній: електричний, пневматичний та гідравлічний привод; характеристика та галузі використання. Виконавчі, розподільчі та управляючі пристрої приводів. Режими роботи ливарних машин та вибір типу приводу. Коефіцієнт корисної дії та коефіцієнт використання встановлених потужностей як основні показники роботи приводів.

2. Електричний привод ливарних машин. Електродвигуни та електромагнітні силові пристрої в приводах ливарних машин. Пневматичний привод ливарних машин. Пневмодвигуни. Термодинамічні процеси в пневмоприводах. Динамічний розрахунок пневмоприводів. Гідравлічний привод ливарних машин. Гідродвигуни.

3. Пресові формівні машини. Зв'язок між ущільненням формівної суміші та стискуючими напруженнями. Конструктивні особливості пресових машин з нижнім та верхнім пресуванням, з плоскою, профільною, багатоплужерною плитою, діафрагмні пресові машини, важільні пресові машини.

4. Потрусні формівні машини. Характер ущільнюючої дії на формівну суміш при ущільненні потрушуванням. Класифікація потрусних механізмів по характеру робочого процесу в потруєному циліндрі та по ступеню амортизації ударів. Робочий процес пневматичного потрусного механізму: індикаторні діаграми та їх аналіз, розрахунок часу, швидкостей та прискорень руху поршня по індикаторній діаграмі. Загальна методика розрахунку потрусного механізму. Робочий процес потрусного механізму з повною амортизацією ударів в режимі чистого потрушування та потрушування з одночасним пресуванням. Особливості компоновки потрусних формівних машин. Методи режимів ущільнення.

5. Класифікація формівних машин по способу витяжки моделей з форми, аналіз способів.

6. Піскодувні та піскострільні машини. Особливості процесу ущільнення піскодувним способом. Конструктивні особливості піскодувних клапанів. Конструкція піскодувних та піскострільних формівних та стержневих машин. Піскомети. Процес ущільнення суміші піскометним способом. Розрахунок основних параметрів систем подачі суміші, головки та механізму переміщення голови під час роботи піскомета. Ширококовшові піскомети. Основні типи конструкції піскометів. Формівні машини для виготовлення безопочної парної, вертикальної та горизонтальної стопки форм.

7. Стержневі машини. Класифікація стержневих машин по способу виготовлення стержнів в гарячій та холодній оснастці. Особливості виготовлення оболонкових стержнів. Основні способи нагрівання та регулювання температури оснастки.

8. Обладнання для приготування формівних та стержневих сумішей.

Класифікація змішувачів: коткові, лопаткові, шнекові, змішувачі періодичної та безперервної дії. Робочий процес змішувачів в яких котки обертаються навколо горизонтальної та вертикальної осі, лопаткових та шнекових змішувачів. Особливості роботи змішувачів безперервної дії, змішувачі здвоєні та барабанні.

9. Плавильні печі. Класифікація печей. Конструкція основних типів плавильних печей. Тичильні, індукційні та дугові електричні печі. Розрахунок об'єму плавильної ванни. Робочий цикл плавильних печей. Технічні характеристики плавильних печей.

10. Обладнання для заливання форм. Класифікація установок для заливання по способу видачі металу із ковша. Робочий процес заливочного ковша з обертовим механізмом та пневматичним пристроєм видачі металу із ковша. Розрахунок основних параметрів установок для заливання форм. Установки для дозування металу.

11. Обладнання для вибивання та очистки литва. Ексцентрикові, інеруйні та ударні вибивні ґратки. Особливості процесу вибивання, робочий процес, розрахунок параметрів оптимального режиму. Гідравлічні установки для вибивання стержнів. Дробеметні очисні машини: особливості дробеметної очистки, принцип дії дробеметного апарату, розрахунок робочого процесу, типи дробеметних апаратів та компоновка машин.

12. Дискові та стрічкові пилки. Гідропіскоструйні установки. Обрубні преси. Станки для абразивного зачищення виливків і обрізання литників. Робочий процес установок.

13. Машини для лиття під тиском. Особливості і основні параметри процесу лиття під тиском. Основні конструктивні типи машин для лиття під тиском з вертикальною та горизонтальною холодною та гарячою камерою пресування. Робочий процес механізму пресування. Динаміка акумуляторного привода механізму пресування без мультиплікатора та з мультиплікатором. Типи запираючих механізмів. Розрахунок основних параметрів машин лиття під тиском. Компоновка машин лиття під тиском з універсальних вузлів.

14. Машини для лиття у кокіль. Особливості процесу лиття у кокіль та його основні параметри. Розрахунок основних параметрів приводу збирання та розбирання кокіля.

15. Машини для лиття під низьким тиском. Основні параметри процесу. Розрахунки основних параметрів машин з урахуванням зміни рівня металу у ковші у процесі роботи машин.

16. Відцентрові машини. Особливості процесу формування виливків, параметри процесу. Конструктивні типи машин для лиття гільз та труб зі стаціонарною та змінною виливницею, однопозиційні та багатопозиційні машини. Вибір режиму обертання виливниці.

17. Машини для виготовлення оболонкових форм та форм точного литва. Особливості процесу формування та отвердження оболонок. Конструкції та компоновка машин в залежності від способу формування

оболонки.

18. Транспортні системи ливарних цехів. Стрічкові, пластинчасті, візмові, підвісні ланцюгові конвеєри. Гвинтові та роликові конвеєри, Пневматичні транспортні установки. Розрахунок основних параметрів конвеєрів. Потокові лінії. Склад потокової лінії.

19. Обладнання для контролю якості виливків. Термічні печі, конструкція, принцип дії, робочий процес.

20. Автоматизовані системи управління технологічними процесами ливарного виробництва /АСУ ТП ЛВ/ і їх місце у інтегрованих системах автоматизації. Технологічні і організаційні передумови автоматизації процесів ливарного виробництва. Автоматичні ливарні лінії. Принципи організації автоматичних ліній і багатопозиційні. Багато потокові та багато інструментальні машини. Ливарні лінії з жаростійким і гнучким зв'язком, замкненні і розімкненні лінії.

Рекомендована література:

1. Аксенов П.Н. Оборудование литейных цехов. М.: Машиностроение, 1977. – 510 с.
2. Зайгеров И.Б. Оборудование литейных цехов. Минск: Вышэйш. школа, 1980. – 368 с.
3. Матвеевко И.В., Тарский В.Л. Оборудование литейных цехов. М.: Машиностроение, 1985. – 400 с.
4. Матвеевко И.В., Исагулов А.З. Формовочное и стержневое оборудование литейных цехов. Караганда: КарГТУ, 2004. – 215 с.
5. Горский А.И., Геллер Р.Л., Лиокумович Л.Ф. Расчеты машин литейного производства. М.: Машиностроение, 1966. – 404 с.
6. Горский А.И. Расчеты машин и механизмов автоматических линий литейного производства. М.: Машиностроение, 1978. – 551 с.
7. Аксенов П.Н. Расчет основных видов литейного оборудования. М.: Машгиз, 1974. – 96 с.

8. Кузьмин А.В., Марон Ф.Л. Справочник по расчетам механизмов подъемно-транспортных машин. Минск: Вышэйш. школа, 1983. – 350 с.
9. Писаренко Г.С., Яковлев А.П., Матвеев В.В. Справочник по сопротивлению материалов. 2-е изд., перераб. и доп. Киев: Наук. думка, 1988. – 736 с.
10. Аксенов П.Н., Орлов Г.М., Благоднравов Б.П. Машины литейного производства. Атлас конструкций. М.: Машиностроение, 1972. – 152 с.
11. Иванова Г.М. и др. Теплотехнические измерения и приборы. – М. : Энергоатомиздат, 1985.-232 с.
12. Технологические измерения и контрольно-измерительные приборы / Под ред. А.М.Беленького. - М.: Металлургия, 1981. - 264 с.
13. Клюев А.С. Автоматическое регулирование. - М.: Высшая школа, 1986. – 352 с.
14. Мейзель М.М. Автоматика, тепломеханика и системы управления производственными процессами. - М.: Высшая школа, 1972. – 463 с.
15. Богдан К.С. и др. Средства и системы автоматизации литейного производства. - М.: Машиностроение, 1981. – 272 с.
16. Кукуй Д.М., Одиночко В.Ф. автоматизация литейного производства. – Минск: Новое знание, 2008. – 240 с.
17. Новиков В.П. Автоматизация литейного производства. Часть 1. Управление литейными процессами: Учебное пособие. – М.: МГИУ, 2005. – 292 с.
18. Балашов Е.П. Микропроцессоры и микропроцессорные системы. - М.: Радио и связь, 1981. - 321 с.
19. Свенчанский А.Д. Автоматическое регулирование электрических печей. - М.- Л.: Энергия, 1965. - 479 с.
20. Сумцов В.П. Устаткування ливарних цехів. - Київ: ІСДО, 1993. - 551 с.
21. Геращенко О.А. и др. Температурные измерения. Справочник. - Киев: Наукова думка, 1989. - 704 с.

### Прикінцеві положення

Під час фахового вступного випробування дозволяється використання допоміжного матеріалу (довідників). Максимальна сума балів складає 100. Кожне з питань оцінюється з 33 бали, 1 бал є заохочувальним.

– «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 30...33 (34) бали;

– «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації, або незначні неточності) – 29...25 балів;

– «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки) – 24...20 балів;

– «незадовільно», незадовільна відповідь – 0 балів.

Шкала оцінювання загальних результатів фахового вступного випробування буде такою:

Загальна кількість балів	Традиційна оцінка
95 – 100 балів	відмінно
85 – 94 балів	добре
75 – 84 балів	
65 – 74 балів	задовільно
60 – 64 балів	
менше 60 балів	не зараховано