



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Чернігівська політехніка»
Навчально-науковий інститут інженерії, виробництва
та будівництва

ЗАТВЕРДЖУЮ

Ректор

_____ Новомлинець О.О.

«__» _____ 2025 р.

ПРОГРАМА

вступного випробування для вступників
за другим (магістерським) освітнім рівнем
за спеціальністю G9 «Прикладна механіка»
(ОП «Технології та устаткування зварювання»)
на базі освітнього рівня «бакалавр», ОКР «спеціаліст»/«магістр»

Розглянуто
на засіданні кафедри ТЗБ
Протокол №02 від 26 лютого 2025 р.

ЗМІСТ

1. Мета вступного випробування	3
2. Характеристика змісту програми (Опис основних розділів та їх короткий зміст)	3
3. Вимоги до здібностей і підготовленості абітурієнтів	10
4. Порядок проведення вступного випробування	10
5. Структура екзаменаційного білета	10
6. Критерії оцінювання вступного випробування	10
7. Рекомендована література	11

1. Мета вступного фахового випробування

Мета вступного фахового випробування – з'ясування рівня знань та вмінь, необхідних абітурієнтам для опанування ними магістерських програм за відповідною спеціальністю та проходження конкурсу. Завданням вступного іспиту є: оцінка теоретичної підготовки абітурієнтів з дисциплін фундаментального циклу та професійно-орієнтованої фахової підготовки бакалавра (спеціаліста, магістра); виявлення рівня та глибини практичних умінь та навичок; визначення здатності до застосування набутих знань, умінь і навичок під час розв'язання практичних ситуацій.

2. Характеристика змісту програми

Програми вступних випробувань охоплює коло питань, які в сукупності характеризують вимоги до знань і вмінь особи, що бажає навчатися у НУ «Чернігівська політехніка» з метою одержання освітнього рівня «магістр» за спеціальністю G9 «Прикладна механіка» за ОП «Технології та устаткування зварювання»:

ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ ДЛЯ САМОПІДГОТОВКИ

Дисципліна «Теорія процесів зварювання»

Джерела енергії при зварюванні. Фізичні основи та класифікація процесів зварювання. Види агрегатного стану речовини. Кристалічні тіла. Аморфні тіла. Будова атому. Види елементарних зв'язків в твердих тілах. Механізм утворення монолітних з'єднань. Енергія активації процесу зварювання. Контакткування шорстких поверхонь. Будова металевої поверхні на повітрі. Зварювання в рідкій та твердій фазах. Пайка та склеювання. Термодинамічне визначення процесу зварювання. Тепловий баланс енергії процесу зварювання. Структурні схеми руху та перетворення енергії при зварюванні. Класифікація процесів зварювання. Оцінка енергетичної ефективності джерел енергії при зварюванні. Вимоги до джерел енергії при зварюванні.

Фізико-хімічні процеси в дуговому розряді. Провідність твердих тіл, рідин та газів. Види електричних розрядів в газі. Способи збудження дугового розряду. Будова дугового розряду при зварюванні. Вольт-амперна характеристика (ВАХ) дугового розряду.

Елементарні процеси в плазмі дуги. Пружні та непружні зіткнення. Ефективний переріз взаємодії. Ефект Ромзауера. Термічна іонізація. Потенціал іонізації. Рекомбінація.

Елементи термодинаміки плазми. Електронна та іонна температури. Плазма як ідеальний газ. Рівняння Саха. Ефективний потенціал іонізації. Явище перенесення, баланс енергії та температура в стовпі дугового розряду. Саморегулювання зварювальної дуги.

Приелектродні області дугового розряду. Термoeлектронна, автоелектронна, фотоелектронна та повторна емісії. Вплив неоднорідності катодів на процеси емісії. Проблеми перехідних зон в зварювальній дузі. Катодна зона. Анодна зона. Баланс енергій в дузі. Плазмові струмені в дузі.

Магнітогідродинаміка зварювальної дуги. Власне магнітне поле та дуга. Магнітне поле зварювального контуру. Зовнішнє магнітне поле та дуга.

Перенесення металу в зварювальній дузі. Імпульсне керування. Різновиди дугових розрядів, які застосовуються в зварювальній техніці. Особливості дуги змінного струму. Вентильний ефект та постійна складова. Зварювання на змінному струмені. Дуги з електродом, що плавиться.

Види зварювальних дуг. Особливості процесів зварювання: РДЗ, під шаром флюсу, ЕШЗ, в середовищі захисних газів та в вакуумі. Зварювальні дуги з електродом, що не плавиться. Плазмові процеси та дуговий розряд.

Термічні не дугові джерела енергії. Електронно-променева обробка металів. Основні фізичні характеристики електронно-променевого нагріву. Типовий баланс електронно-променевого зварювання. Взаємодія електронного проміню з речовиною. Фотонно-променеві джерела та їх застосування. Фізичні основи роботи ОКГ. Баланс енергії для ФПЗ. Газополум'яні джерела та їх застосування. Хімічні процеси при газовому зварюванні. Особливості нагріву у газовому полум'ї. Електрошлакова ванна. Високочастотний нагрів.

Термопресові та пресовомеханічні зварювальні процеси. Способи термопресового зварювання. Контактне зварювання. Ковальське зварювання. Термокомпресійне зварювання. Дифузійне зварювання в вакуумі (ДЗВ). Гіпотези утворення з'єднання при зварюванні в твердій фазі. Принципова схема ДЗВ. Кінетична схема ДЗВ. Технологічні особливості ДЗВ. Зварювання в електричному полі. Класифікація пресово-механічних джерел. Пресово-механічний контакт та зварювання тертям. Ударний контакт та зварювання вибухом. Ультразвукове зварювання.

Металургійні процеси при зварюванні. Металургійні процеси при зварюванні правлінням. Типи зварювальних ванн. Газова фаза. Дисоціація газів. Насичення розплавленого металу газами. Вплив кисню, азоту, водню та окису вуглецю на властивості сталі. Шлакова фаза.

Шлаки та їх призначення. Хімічні та фізичні властивості шлаків. Характеристик важливіших окислів шлакової фази. Взаємодія між розплавленим металом, газовим середовищем та шлаком.

Процеси, що окислюють. Розкислення з отриманням продуктів реакції, конденсуються. Розкислення з отриманням газоподібних продуктів реакції. Дифузійне розкислення. Розкислення металу шлаками. Легування наплавленого металу. Рафінування металу.

Особливості металургійних процесів при різноманітних способах зварювання. Автоматичне зварювання під шаром флюсу. ЕШЗ. Зварювання в середовищі вуглекислого газу. Газополум'яне зварювання. Ручне дугове зварювання, компоненти електродного покриття, їх типи та класифікація. Зварювання порошковим дротом. Зварювання високоактивних металів.

Термодеформаційні процеси при зварюванні. Поняття про зварювальні деформації та напруження. Види зварювальних деформацій та напружень. Властивості металів при температурах зварювального термічного циклу. Механічні властивості. Типові дилатометричні криві металів при зварюванні. Поняття про деформаційний цикл при зварюванні.

Теоретичні методи визначення зварювальних деформацій та напружень. Графо-розрахункові методи визначення зварювальних деформацій та напружень. Методи, які використовують апарат теорії пружності та пластичності.

Експериментальні методи визначення часових та залишкових деформацій та напружень при зварюванні. Типові поля залишкових напружень у зварних з'єднаннях. Залишкові напруження у прямолінійних одно- та багато прохідних зварних з'єднаннях. Напруги при осесиметричному нагріві. Характер розподілення часових напружень та деформацій при зварюванні.

Здатність металів до зварювання. Поняття про зварюваність. Оцінка технологічної зварюваності. Вибір виза зварювання у зв'язку з технологічною зварюваністю. Принцип вибору зварних матеріалів для різних випадків зварювання. Принцип вибору раціональних режимів зварювання. Особливості зварюваності кольорових металів. Особливості зварюваності вуглецевих конструкційних сталей. Зварюваність низько, середньо та високолегованих сталей.

Особливості кристалізації металу зварювальної ванни. Загальні положення теорії кристалізації злитку. Плавлення основного металу та особливості затвердіння металу шва. Види хімічної неоднорідності. Фізична неоднорідність металу шва та вплив металургійних та технологічних факторів на її розвиток. Структура шва та біля шовної зони.

Технологічна міцність зварних конструкцій. Гарячі та холодні тріщини. Міцність зварних конструкцій. Класифікація тріщин. Гарячі та холодні тріщини. Методи оцінки опірності сплавів утворенню гарячих тріщин. Фактори, що впливають на технологічну міцність.

Дисципліна «Виробництво зварних конструкцій»

Загальні питання виробництва зварних конструкцій. Роль технолога в процесі створення зварної конструкцій. Технологічність зварних конструкцій і значення удосконалення процесу виготовлення. Вихідні дані, необхідні для проектування технологічного процесу виготовлення зварної конструкцій. Основні питання, що вимагають рішення при розробці технологічного процесу. Призначення технологічних карт.

Заготівельні операції та механізація їх виконання. Заходи виконання основних заготівельних операцій: правка, розмітка, різання, вигинання, очищення. Обмеження пластичної деформації при виконанні заготівельних операцій. Технологічні можливості сучасного обладнання. Пристрої для механізації заготівельних операцій в умовах одиничного та малосерійного виробництва при правці, різанні, вигинанні. Використання ЕОМ для автоматизації розмітки, маркірування та різання листового прокату.

Механізація і автоматизація операцій складування. Приклади використання механізації заготівельних операцій у серійному та масовому виробництві зварних конструкцій.

Транспортні пристрої для комплексної механізації і автоматизації зварювального виробництва. Транспортні пристрої і пристосування, що використовуються у виробництві зварних конструкцій. Конвеєри: пластинчаті, підвісні, візкові, роликові, крокові. Вантажно-розвантажувальні пристрої: самохідні портали, підйомні столи, важільні пристрої. Допоміжні пристрої: вантажні, подачі, підтримуючі.

Складально-зварювальні операції і проектування пристроїв. Механізація подачі елементів, що складаються, придання їм проектного стану, закріплення, звільнення і знімання зібраного вузла. Метод агрегаткування. Пристрої універсальні, спеціальні, переналагоджувальні та області їх використання. Особливості проектування складально-зварювальних пристроїв. Зварювальні роботи та перспективи їх використання.

Технологічні засоби зменшення та виправлення зварювальних деформацій. Точність виготовлення зварних конструкцій. Конструктивні та технологічні фактори, що визначають характер та величину зварювальних деформацій. Заходи, що приймаються до зварювання, в процесі зварювання і після зварювання (правка). Основні випадки, коли потребується зняття або зменшення залишкових напружень в зварних конструкціях. Термообробка, як найбільш універсальний метод зняття залишкових напружень. Механічні засоби зменшення залишкових напружень.

Технології виробництва балочних, рамних і гратчастих конструкцій. Вимоги до складання балок, складальні пристрої та пристосування. Способи зварювання балок, типи кантувачів. Потокові лінії, що забезпечують комплексну механізацію процесу виготовлення балок. Використання безперервних процесів з поєднанням операцій складання і зварювання балки в часі. Зварювання стиків балок. Особливості виготовлення рамних конструкцій, складально-зварювальне оснащення, що використовується при їх виробництві. Складання гратчастих конструкцій по копію і в пристосуваннях. Підвищення технологічності гратчастих конструкцій.

Технології виготовлення негабаритних ємностей і споруд. Характерні приклади зварних конструкцій: вертикальні резервуари, сферичні газгольдери, кожухи доменних печей. Індустріальні методи виготовлення листових конструкцій великого розміру. Метод рулонування та особливості його використання. Стенди для виготовлення та звертання полотнищ. Засоби розгортання рулонів і монтаж конструкцій. Заводське виготовлення габаритних елементів та механізація складання і монтажного зварювання при спорудженні сферичних резервуарів та кожухів доменних печей.

Технології виготовлення посудин тиску. Поздовжні, кільцеві та колові шви посудин, способи їх виконання в залежності від товщини стінок. Виготовлення тонкостінних посудин газоелектричним зварюванням. Механізація і автоматизація операцій в умовах багатосерійного виробництва балонів зі сталей невеликої міцності. Складально-зварювальні пристосування

для виконання односторонніх стикових швів без складання на прихватках. Виготовлення посудин із стінкою середньої товщини за допомогою зварювання під флюсом. Засоби складання і зварювання блоків із окремих обичайок та спосіб зварювання всього полотнища з його подальшим вальцюванням. Складання і зварювання стиків товстостінних посудин. Особливості електрошлакового зварювання повздовжніх та кільцевих швів. Необхідність термообробки зварних з'єднань. Виготовлення багатошарових товстостінних посудин.

Виробництво зварних труб та монтаж трубопроводів. Труби для магістральних трубопроводів та виготовлення їх зварюванням під флюсом. Поточні лінії формування заготовок труб з прямим швом, складання та зварювання стиків на станах прохідного і непрохідного типів, калібрування в еспандері. Поточні лінії виготовлення труб зі спіральним швом із “нескінченних” рулонів. Особливості виконання спірального шва трьома головками. Методи складання, зварювання та укладення магістральних, технологічних та побутових трубопроводів, зварювання поворотних та неповоротних стиків.

Виробництво корпусних конструкцій. Особливості виготовлення корпусів суден, розчленування корпусу на збірні елементи, секції і блоки. Складання та зварювання полотнищ. Вимоги точності в масовому виробництві. Складання кузова автомобіля з використанням контактного зварювання в поточних автоматичних лініях.

Технологія виготовлення деталей машин. Характерні типи деталей машин: станини, рами, вали. Різноманітність їх розмірів, матеріалів, методів зварювання і серійності випуску. Приклади виготовлення великих зварних деталей енергетичного і важкого машинобудування в умовах одиничного та малосерійного виробництва. Деталі приладів, особливості їх складання та зварювання.

Тенденції та перспективи розвитку виробництва зварних конструкцій. Типізація і стандартизація елементів, вузлів та конструкцій з метою створення спеціалізованих виробництв. Підвищення ступеня заводської готовності за рахунок укрупнення блоків конструкції та рулонування. Виготовлення із рулонів для забезпечення безперервності технологічного процесу.

Дисципліна «Контроль якості»

Характеристика зварювальних дефектів. Характеристика зварювальних дефектів. Зовнішні та внутрішні дефекти. Гарячі та холодні тріщини. Розрахунково-статистичні оцінки стійкості зварних з'єднань до появи тріщин різного характеру.

Контроль технологічної підготовки виробництва. Контроль технологічної підготовки виробництва. Контроль зовнішнім оглядом та виміри зварних швів.

Контроль герметичності зварних з'єднань. Іспити зварних з'єднань на герметичність. Методи та обладнання для іспитів. Основні схеми контролю.

Радіаційна дефектоскопія зварних з'єднань. Радіаційна дефектоскопія

зварних з'єднань. Методи контролю. Джерела рентгенівських та гамма-променів.

Промислова радіографія. Промислова радіографія. Класифікація методів. Техніка контролю. Схеми просвітлювання.

Промислова радіоскопія. Промислова радіоскопія. Електронно-оптичні перетворювачі. Техніка та методика контролю.

Радіометрична дефектоскопія. Радіометрична дефектоскопія. Датчики випромінювань.

Техніка безпеки при радіаційному контролі. Техніка безпеки при проведенні радіаційного контролю. Дозиметричні прибори.

Ультразвукова дефектоскопія Ультразвукова дефектоскопія зварних з'єднань. Принципи і класифікація методів УЗД. Методика УЗД. Технологія УЗД.

Ультразвукові дефектоскопи. Ультразвукові дефектоскопи. Конструкція, характеристики. Контроль різних типів з'єднань. Галузь використання.

Магнітні методи контролю. Магнітні методи контролю. Класифікація методів. Магнітопорошковий, магнітографічний та електромагнітний методи контролю. Дефектоскопічні матеріали та обладнання. Галузі використання.

Капілярні методи контролю. Капілярні методи контролю зварних з'єднань. Люмінесцентний, кольоровий та люмінесцентно-кольоровий методи контролю. Дефектоскопічні матеріали та дефектоскопи. Виявлення дефектів.

Сучасні фізичні методи контролю. Тепловий, лазерно-голографічний методи контролю, метод обчислювальної томографії, радіохвильовий метод контролю відповідальних зварних конструкцій.

Методи випробування зварюваності металів. Поняття зварюваності. Показники технологічної міцності. Методи машинних іспитів. Технологічні проби.

Статистичні методи контролю. Статистичні методи керування якістю зварювання. Основні терміни. Фактори якості. Контрольні карти.

Економічні показники методів контролю Оцінка економічної ефективності контролю. Критерії оцінки, приклади. Організація служби контролю в заводських та монтажних умовах.

Дисципліна «Зварювання тиском»

Класифікація способів зварювання тиском. Характеристика основних способів зварювання тиском та їх класифікація. Класифікація контактного зварювання. Характеристика основних способів контактного зварювання. Області застосування зварювання тиском та контактного зварювання.

Теоретичні основи контактного зварювання. Умови отримання зварного з'єднання. Електричний опір та нагрів металу зварювальним струмом. Особливості плавлення, кристалізації та розвиток пластичних деформацій.

Технологія точкового, рельєфного та шовного зварювання. Основні розміри зварних з'єднань, особливості технології збирання та зварювання. Технологія точкового зварювання. Технологія рельєфного зварювання.

Технологія шовного зварювання. Особливості технології зварювання металів і сплавів, параметри режимів.

Технологія стикового зварювання. Технологія зварювання опором. Технологія зварюванням плавленням. Параметри режиму стикового зварювання та особливості технології зварювання сталей і кольорових металів.

Обладнання для контактного зварювання. Класифікація і основні вузли машин для точкового, рельєфного, шовного та стикового зварювання. Електрична силова частина машин. Приводи стискання зварних деталей та обертання роликів. Конструктивні елементи машин (корпус, консолі, електроди та ролики, електродотримачі). Техніка безпеки при виконанні робіт на машинах для контактного зварювання металів.

Механізація та автоматизація контактного зварювання. Механізовані збирально-зварювальні пристрої. Роботи. Механізовані поточні та автоматичні лінії.

Дефекти з'єднань та контроль якості контактного зварювання. Дефекти зварних з'єднань та їх причини. Способи контролю якості з'єднань та параметрів режиму зварювання.

Дисципліна «Зварювання плавленням»

Газополум'янева обробка металів. Газополум'яневе зварювання та різання. Пальники, горючі гази, різак.

Технологічні особливості ручного дугового зварювання електродами. Зварювання покритими електродами. Дуга прямої та зворотної дії.

Зварювання в захисних газах. Сфери застосування зварювання плавким та неплавким електродом. Техніка механізованого і автоматичного зварювання.

Зварювання під флюсом. Сфери застосування. Вплив параметрів та характеристики шва. Техніка механізованого зварювання.

Особливі випадки застосування дуги. Зварювання і різання під водою. Зварювання порошковими дротами.

Зварювання електронним променем. Зварювання лазерним і світловим променем. Електрошлакове зварювання. Типи з'єднань, техніка зварювання.

Обладнання для зварювання. Обладнання для ручного дугового зварювання. Зварювання під флюсом в захисних газах.

Зварювальні матеріали. Зварювальні дроти. Покриті металічні електроди для ручного дугового зварювання. Характеристика електродів. Типи і призначення покриттів. Флюси для дугового і електрошлакового зварювання.

Технологія зварювання металів. Зварюваність металів. Методи визначення зварюваності. Технологія зварювання вуглецевих сталей. Зварювання низько- та середньолегованих сталей. Зварювання високоміцних та високолегованих сталей. Зварювання різнорідних сталей.

Технологія зварювання кольорових металів. Властивості і зварюваність алюмінію, міді, титану, магнію і їх сплавів.

Технологія зварювання різнорідних металів. Технологія зварювання різнорідних металів і сплавів, та металів з неметалами. Вибір способу зварювання і зварювальних матеріалів. Зварювання біметалів.

Технологія зварювання чавунів. Склад і властивості чавунів. Холодне та гаряче зварювання чавунів.

Наплавлення. Нанесення шарів із спеціальними властивостями. Вибір способу наплавлення і наплавочних матеріалів.

Охорона праці і техніка безпеки. Охорона праці і техніка безпеки при виконанні зварювальних робіт. Перспективи розвитку в зварюванні плавленням.

3. Вимоги до здібностей і підготовленості абітурієнтів.

Для успішного засвоєння освітньо-професійних програм спеціаліста та магістра абітурієнти повинні мати базову вищу освіту за вказаним напрямом (диплом бакалавра за напрямом 6.050504 Зварювання) та здібності до оволодіння знаннями, уміннями і навичками в галузі загально-технічних наук. Обов'язковою умовою є вільне володіння державною мовою.

Відбір студентів для зарахування здійснюється на конкурсній основі.

4. Порядок проведення вступного фахового випробування

Вступні випробування охоплюють фахові предмети, які передбачені навчальними планами освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» за напрямом підготовки «Зварювання» та складаються із тестових завдань з наступних дисциплін: «Теорія процесів зварювання», «Технологічні процеси зварювального виробництва», «Контроль якості», «Зварювання тиском» та «Зварювання плавленням». Вступні випробування проводяться у вигляді письмового іспиту.

5. Структура екзаменаційного білета

Завдання для вступного випробування для здобуття освітнього рівня «магістр» на основі освітнього рівня «бакалавр» («спеціаліст», «магістр») включає:

- номер білету;
- п'ять питань з дисциплін «Теорії процесів зварювання», «Виробництво зварних конструкцій», «Контроль якості», «Зварювання тиском» та «Зварювання плавленням» (по 25 балів кожне);
- шкала оцінювання за 100 бальною шкалою (від 100 до 200 балів)

6. Критерії оцінювання вступного фахового випробування

За результатами вступних випробувань проводиться оцінка рівня фахових знань за наступними критеріями:

Завдання	Бали
Тестові завдання з «Теорії процесів зварювання»	25 балів
Тестові завдання з «Виробництво зварних конструкцій»	25 балів

Тестові завдання з «Контролю якості»	25 балів
Тестові завдання зі «Зварювання тиском» та «Зварювання плавленням»	25 балів
Максимальна кількість балів 100	

Загальна кількість балів (максимум 100 балів) визначається шляхом підсумовування балів за виконання окремих завдань, після чого здійснюється перерахування цих балів в чотирьохбальну оцінку згідно з таблицею:

Підсумкова кількість балів за кожне питання	Кількість балів
100%	25
80-95%	20-24
50-80%	12-19
0-50%	0-11

7. Рекомендована література

1. Березін Л.Я., Хоменко М.М. Теорія зварювальних процесів: Навчальний посібник для студентів спеціальності 6.092300 – „Технологія та устаткування зварювання”. - Чернігів: ЧДТУ, 2002. -268 с.
2. Севбо П.И. Конструирование и расчет механического сварочного оборудования. Киев: Наукова думка , 1978
3. Non-destructive welding control: Textbook in English and Russian / Pavlo Havrysh, Valery Chigarev, Nataliia Makarenko. – Mariupol, Krama-torsk – KS OmniScriptum Publishing Brivibas gatve 197. LV 1039. Riga, Latvia. – 2021. – 562 p.
4. Гавриш П.А. Неруйнівний контроль зварювання: підручник: у 2 томах /П. А. Гавриш, Н.О.Макаренко, В.В. Чигарьов. – Маріуполь : ДВНЗ «ПДТУ», 2021.
5. Макаренко Н. О. Основи керування якістю продукції: посібник Н.О.Макаренко, О.Г. Гринь, С.Г. Пліс. – Краматорськ : ДДМА, 2019. – 256 с.
6. Александров, О. Г. Будова та експлуатація устаткування для зварювання плавленням навч. посіб. для учнів проф.-техн. закладів освіти /О. Г. Александров, І. І. Заруба, І. В. Пінковський. – К. : Техніка, 1998. – 176 с.: іл.
7. Гуменюк, І. В. Технологія електродугового зварювання : підручник /І.В. Гуменюк, О. Ф. Іваськів, О. В. Гуменюк. – К. : Грамота, 2006. – 511 с. : іл.
8. Квасницький, В. В. Теорія зварювальних процесів. Дослідження фізико-хімічних і металургійних процесів та здатності металів до зварювання : навч. посіб. /В.В. Квасницький; Укр. держ. морський техн. ун-т імені адм. Макарова. – Миколаїв : УДМТУ, 2002. – 182 с. : іл.
9. Міцність зварних та спаяних з'єднань [Електронний ресурс] : підручник /В.В. Квасницький, Г. В. Єгоров, Г. В. Єрмолаєв, М. В. Матвієнко ; за заг. ред. Л. М. Лобанова. – Електрон. вид. – Миколаїв : НУК, 2019.

10. Квасницький, В. В. Спеціальні способи зварювання: навч. посіб. / В. В. Квасницький. – Миколаїв : УДМТУ, 2003. – 437 с.
11. Чертов, А. І. Технологічне супроводження виготовлення зварних металоконструкцій : навч. посіб. / А. І. Чертов, І. М. Чертов. – К. : НТУУ «КПІ», 2015. – 340 с.