



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ЧЕРНІГІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

ННІ МЕХАНІЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ,
ТЕХНОЛОГІЙ ТА ТРАНСПОРТУ

Кафедра технологій зварювання та будівництва

ЗАТВЕРДЖУЮ

Ректор

О.О. Новомлинець

«___» _____ 2023 р.

ПРОГРАМА

фахового випробування вступників освітнього ступеню «магістр» за
спеціальністю 131»Прикладна механіка»
освітньо-професійної програми «Технології та устаткування зварювання» на
базі освітнього рівня «бакалавр»

Затверджено на засіданні
кафедри ТЗБ Протокол №07
від 25 квітня 2023 р.

ЗМІСТ

1. Мета вступного фахового випробування	3
2. Характеристика змісту програми (Опис основних розділів та їх короткий зміст)	3
3. Вимоги до здібностей і підготовленості абітурієнтів	13
4. Порядок проведення вступного фахового випробування	14
5. Структура екзаменаційного білета	14
6. Критерії оцінювання вступного фахового випробування	14
7. Рекомендована література	15

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; 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

Програма вступних випробувань охоплює коло питань, які в сукупності характеризують вимоги до знань і вмінь особи, що бажає навчатися у Національному університеті «Чернігівська політехніка» з метою одержання ОС «магістр» за спеціальністю 131 «Прикладна механіка» освітньо-професійної програми «Технології та устаткування зварювання»:

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. Термоелектронна, 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 пресовомеханічних джерел. Пресовомеханічний 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 при значення. 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 зварюваність. 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 «Технологічні процеси зварювального виробництва»

Загальні питання виробництва зварних конструкцій. Роль технолога в процесі створення зварної конструкції. Технологічність зварних конструкцій і значення удосконалення процесу виготовлення. Вихідні дані, необхідні для проектування технологічного процесу виготовлення зварної конструкції.

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 агрегування. 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 ґратчастих конструкцій.

Вимоги до складання балок, складальні пристрої та пристосування. Способи зварювання балок, типи кантувачів. Поточкові 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 ґратчастих конструкцій по копіру і в пристосуваннях. Підвищення технологічності ґратчастих 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 полотниць. 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. Розрахунковостатистичні 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 гаммапроменів.

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 прилади.

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. Области 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, різачки.

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 покрить. 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 різнохідних сталей.

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

Технологія зварювання різнохідних металів. Технологія зварювання різнохідних 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 магістра абітурієнти повинні мати базову вищу освіту за вказаною спеціальністю (або спорідненою) та здібності до оволодіння знаннями, уміннями і навичками в галузі загальнотехнічних 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 фахового випробування для здобуття другого (магістерського) рівня освіти на основі відповідного першого (бакалаврського) рівня («спеціаліст»/ «магістр» іншої спеціальності) включає:

- номер білету;
- 20 тестових питань з дисциплін «Теорії процесів зварювання», «Технологічні процеси зварювального виробництва», «Контроль якості», «Зварювання тиском» та «Зварювання плавленням» (по 5 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:

- кожне питання має тільки одну правильну відповідь;
- за кожну правильну відповідь абітурієнт отримує 5 балів;

Вступне випробування оцінюється за шкалою від 100 до 200 балів. Загальна оцінка за підсумками вступного випробування (200-бальна шкала) визначається за формулою:

$$З = O_{\text{тест}} + 100,$$

де $O_{\text{тест}}$ – оцінка відповідей на тестові питання за 100-бальною шкалою.

Особи, які отримали на фаховому вступному випробуванні менше 125 балів, не допускаються до участі в конкурсі.

7. Рекомендована література

«Теорія процесів зварювання»

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. Квасницький В.В. Теорія зварювальних процесів. Дослідження фізико-хімічних і металургійних процесів та здатності металів до зварювання. Навчальний посібник. Миколаїв: УДМТУ, 2002. 184 с.
3. Теорія процесів зварювання – Джерела нагрівання та теплові процеси при зварюванні. Текст лекцій / В.М. Коперсак. К.: НТУ КПП, 2011. 384 с.

«Технологічні процеси зварювального виробництва»

1. Кривов Г. О. Виробництво зварних конструкцій: підручник для студентів вищих навчальних закладів / Г. О. Кривов, К. О. Зворикін. – К. : КВІЦ, 2012. – 896 с.: іл.
2. Paterson D.A., Glynn A.C. Steel Construction Manual. Department of Transportation, Office of Structures, New York State, 2008. – 315 p.
3. Чертов А. І. Технологічне супроводження виготовлення зварних металоконструкцій: навч. посіб. / А. І. Чертов, І. М. Чертов. - К. : НТУУ "КПІ", 2015. - 340 с.

«Контроль якості»

1. Троицкий В.А., Радько В.П. Дефекты сварных соединений и средства их обнаружения. – К.: Вища школа, 1983. – 242 с.

2. Радиационный неразрушающий контроль сварных соединений. Под ред. Адаменко В.К. – К.: Техника, 1961.- 164 с.

«Зварювання тиском»

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

2. Пінковський, І. В. Технологія та обладнання електричного контактного зварювання: довідковий посібник / І. В. Пінковський, О. Г. Биковський. - Запоріжжя: Видавець, 1997. - 225 с.

3. Пахаренко В.А. Зварювання тиском. Київ: Екотехеологія 2011.-272с.

«Зварювання плавленням»

1. Биковський О.Г. Зварювання та різання кольорових металів. Довідковий посібник. – К.: Основа. – 2011. – 392с.

2. Биковський О.Г. Довідник зварника. – К.: Основа. – 2014. – 448с.

3. Обладнання та технологія зварювальних робіт. Навчальний посібник під пед. І.В. Гуменюк, Київ: Грамота, 2014-120с.