

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Запорізький національний технічний університет

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторної роботи № 2

ВИВЧЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ, ПРИНЦИПУ ДІЇ ТА
ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ КЛІЩІВ
КТУ-1,5 ДЛЯ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ТОЧКОВОГО
ЗВАРЮВАННЯ

з дисциплін
«Спеціальні методи зварювання тиском»,
«Відновлення та зміцнення поверхонь методами зварювання тиском»
для студентів спеціальності
131 «Прикладна механіка»
освітньої програми
«Технології та устаткування зварювання»
всіх форм навчання

Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи № 2 «Вивчення конструкції, принципу дії та дослідження технологічних можливостей кліщів КТУ-1,5 для ультразвукового точкового зварювання» з дисциплін «Спеціальні методи зварювання тиском», «Відновлення та зміцнення поверхонь методами зварювання тиском» для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» освітньої програми «Технології та устаткування зварювання» всіх форм навчання / Укл.: Куликовський Р.А., Капустян О.Є. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2018. – 14 с.

Укладачі: Р.А. Куликовський, доцент, к.т.н.
О.Є. Капустян, ст. викладач

Рецензент: М.Ю. Осіпов, доцент, к.т.н.

Відповідальний
за випуск: Р.А. Куликовський

Затверджено
на засіданні кафедри ОТЗВ
Протокол № 4
від 25.10.2018 р.

Рекомендовано до видання
НМК Інженерно-фізичного
факультету
Протокол № 3
від 20.11.2018 р.

ЗМІСТ

1 МЕТА РОБОТИ.....	4
2 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ.....	4
2.1 Сутність та технологічні параметри ультразвукового зварювання.....	4
2.2 Призначення, технічні характеристики та конструкція кліщів КТУ-1,5.....	5
2.3 Підготовка і послідовність роботи на кліщах КТУ-1,5.....	10
3 ЗАВДАННЯ НА ПІДГОТОВКУ ДО ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ.....	12
4 КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ І КОНТРОЛЮ ПІДГОТОВЛЕНOSTІ СТУДЕНТІВ ДО РОБОТИ...	12
5 МАТЕРІАЛИ, ІНСТРУМЕНТИ, ПРИЛАДИ, ОБЛАДНАННЯ	12
6 ВКАЗІВКИ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ.....	13
7 ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ.....	13
8 ЗМІСТ ЗВІТУ.....	14
РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА.....	14

1 МЕТА РОБОТИ

Метою роботи є вивчення конструкції, принципу дії кліщів для точкового ультразвукового зварювання та з'ясування впливу головних параметрів режиму на якість зварних з'єднань.

2 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

2.1 Сутність та технологічні параметри ультразвукового зварювання

Ультразвукове зварювання (УЗЗ) - зварювання тиском, яке здійснюється внаслідок сумісної дії на зварювані деталі зсувальних механічних коливань високої (ультразвукової, 20...30 кГц) частоти, які супроводжуються нагріванням контактної зони та відносно невеликих осьових стискаючих зусиль. Щоб отримати коливання такої частоти, використовують магнітострикційний ефект, який полягає в зміні розмірів деяких матеріалів під дією змінного магнітного поля.

З початку дії ультразвукових коливань в металі відбуваються акустичні кавітаційні явища: чергування високих локальних тисків з розрідженням. Це сприяє очищенню зварюваних деталей від жирових та інших забруднень, подрібненню твердих оксидних плівок та їх інтенсивному видаленню, активації зварюваних поверхонь. В зоні впливу коливань температура металу може збільшуватися до 0,7 температури плавлення металу. З виникненням ювенільних поверхонь спостерігається чисте тертя і з'являються зони об'ємної взаємодії з'єднуваних матеріалів, що призводить до утворення нероз'ємних зварних з'єднань.

До основних технологічних параметрів режиму ультразвукового зварювання відносять: площу вводу ультразвукових коливань в зону зварювання, амплітуду коливань зварювального наконечника, зварювальне зусилля (зусилля стискання деталей) та тривалість зварювання.

Амплітуда коливань зварювального наконечника повинна збільшуватись пропорційно межі плинності зварюваних матеріалів та товщині деталей. В той же час при збільшенні сили стискання деталей та діаметру наконечника (площі вводу ультразвуку) амплітуду коливань наконечника можна знизити.

Міцність точкових з'єднань залежить від тривалості зварювання та зусилля стискання. При малих зусиллях стискання міцність залежить від тривалості зварювання. Зі збільшенням зусилля стискання зварні з'єднання стають міцніше за меншою тривалістю зварювання. При більших зусиллях стискання та тривалості зварювання формуються неякісні з'єднання (внаслідок значних деформацій основного металу та приварювання його до зварювального наконечника).

2.2 Призначення, технічні характеристики та конструкція кліщів КТУ-1,5

Кліщі КТУ-1,5 призначені для УЗЗ електричних схем конденсаторів з алюмінієвими вкладишами і перемичками, високовольтних конденсаторів та конденсаторів зв'язку.

Технічні характеристики кліщів для ультразвукового зварювання КТУ-1,5 наведені в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Технічні характеристики кліщів КТУ-1,5

Параметри	Значення
Потужність кліщів, кВт	1,5
Частота, кГц	147...1176
Зусилля стиску деталей при зварюванні, Н	15...120
Максимальна товщина зварюваних деталей, мм	0,6
Продуктивність машини, точок/хв	15...60
Охолодження електромагнітного перетворювача	Водяне
Маса, кг	80
Габарити, мм	2200×1260×500

Зварювальні кліщі КТУ-1,5 складаються із стояка, зварювальної головки, пневматичної системи, шафікерування джерела живлення—генератор типу УЗГ5-1,6.

Стояк має консоль, яка може переміщуватися у вертикальній та горизонтальній площинах.

Зварювальна головка шарнірно закріплена на консолі, зрівноважена противагою і має можливість повертатися навколо власної вісі.

Зварювальна головка складається з:

- а) зварювального обладнання, яке має акустичний вузол, опорний елемент та систему охолодження;
- б) привода стискання (зварювального), який виконано у вигляді двокамерного пневмоциліндру, системи важелів та каретки;
- в) тримача з кнопкою «Пуск».

Акустичний вузол зварювальної головки (рис. 2.1) складається з резонуючого стержня 8 із зварювальним наконечником, концентратора механічних коливань 7, бака охолодження 6, магнітострикційного перетворювача 5 з обмоткою. Перетворювач виготовлено у вигляді пакета з нікелевих пластин товщиною 0,1...0,15 мм. Концентратор 7 — експоненційний, напівхвильовий, ножового типу. В його нульовій площині, де амплітуда коливального зміщення дорівнює нулю, розташовано прилив 3з приєднаним фланцем, який слугує для кріплення баку охолодження. Електричні проводи пропущені в бак крізь ущільнення. Герметичність баку забезпечується прокладкою. Фланець має приливи, які охоплює каретка 2 з чотирма парами роликів. Каретка слугує для передачі тиску від поршня повідні стискання за допомогою важелю 4. Зусилля стискання зварюваним виробам передається крізь опорну ланку 1.

Зварювальний наконечник виготовлений із високолегованої сталі, яка виключає налипання зварюваних матеріалів (міді та алюмінію). Діаметр його контактної площини складає 3 мм.

Пневматична система кліщів (рис. 2.2) має вологовідокремлювач 1, редуктор з манометром 2, лубрикатор 3, розподільник 4, клапани електромагнітні 5 і дроселі 6.

У середині **шафи керування** розташовано регулятор циклу зварювання та мостовий двонапівперіодний випрямляч, від якого постачається струм до клапанів пневматичної системи.

На лицьовій панелі регулятора часу встановлені потенціометри регулювання витримки часу і перемикач діапазонів зварювання. Схема регулятора циклу зварювання, виконана на одному подвійному тріоді типу 6Н8С, та складається з двох послідовно діючих багаторелейних мереж, які задають час зварювання та пауз, відповідно «Сварка» та «Пауза».

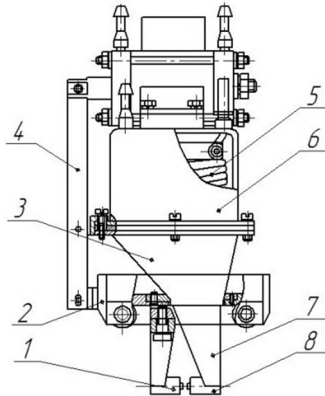


Рисунок 2.1 – Зварювальна головка кліщів КТУ-1,5

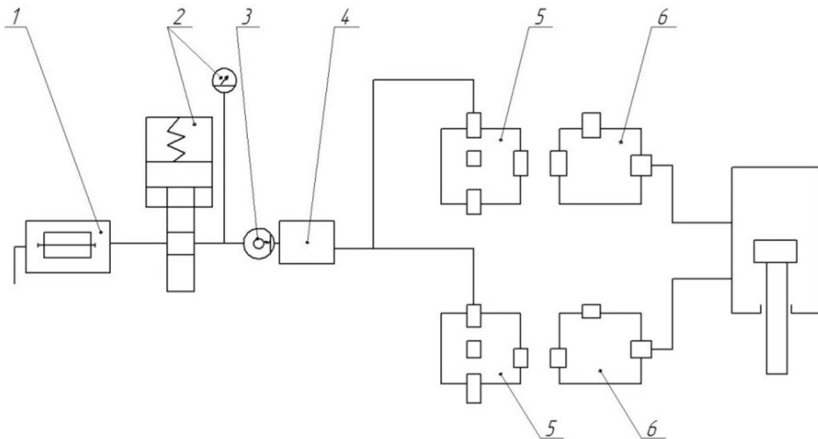


Рисунок 2.2 – Пневматична схема кліщів КТУ-1,5

В анодне коло лампи V (рис.2.3) ввімкнені обмотки реле K4 та K5, контакти яких задають послідовність роботи машини. Вихідні виконавчі реле K1 та K3 управляють роботою електропневматичного

клапана (ЕПК) і магнітного пускача генератора. Реле К2 служить для управління регулятором.

В сіткові кола лампи включені конденсатори С2 і С3 та розрядні омичні опори R7, R8 і R9.

Сіткові конденсатори заряджуються від потенціометрів К5 і К6. Живлення регулятора здійснюється від мережі змінного струму з напругою 220 або 380 В через трансформатор Т1.

Порядок роботи елементів схеми регулятора часу. Після ввімкнення регулятора за допомогою перемикача, який розташовано на прикладній панелі машини, і прогрівання лампи заряджуються сіткові конденсатори С1 і С2; анодні кола цієї лампи розімкнуті. Під час натискання кнопки (виводи 7 і 17) замикаються мережі живлення реле К1 і К2 через нормально замкнуті контакти реле К5.1 і К4.1 та замкнуті кінці 6 і 16.

Реле К1 (під час спрацьовування) своїми нормально відкритими контактами К1.1 замикає мережу живлення електропневматичного клапана (виводи 1, 11), який подає стиснене повітря в верхню порожнину пневмоциліндра зварювальної машини, розмикає нормально замкнуті контакти К1.2 (виводи 2, 4), робота яких сприяє утриманню поршня у крайньому верхньому положенні.

Одночасно спрацьовує реле К2, яке своїми нормально відкритими контактами К2.1, К2.2 і К2.3 вмикає реле К3, а контактами К2.4 блокує контакти кнопки до повного циклу витримки зварювання і паузи. Замкнені контакти К3.1 (виводи 3 та 13) забезпечують вмикання анодної напруги джерела живлення.

Інша пара контактів К2.5 замикає коло лівого тріода V1, завдяки чому конденсатор почне розряджатися на опори R7 і R8.

При струмі спрацьовування реле К4 своїми нормально замкнутими контактами К4.1, розмикає коло живлення реле К1 і К3, в результаті чого також розмикаються контакти К1.1.

Раніш розімкнені контакти К1.2 (виводи 2 і 4) ввімкнуться, контактний тиск буде знято, а поршень займе верхнє положення. Контакти К3.1 реле К3 розімкнуться і вимкнуть анодну напругу джерела живлення; нормально контакти реле К4.2 замкнуться. Анодний струм в другій частині лампи V буде збільшуватися. При струмі спрацьовування контакти реле К5 К5.1 розімкнуть коло живлення реле К2 та приведуть схему у первісний стан.

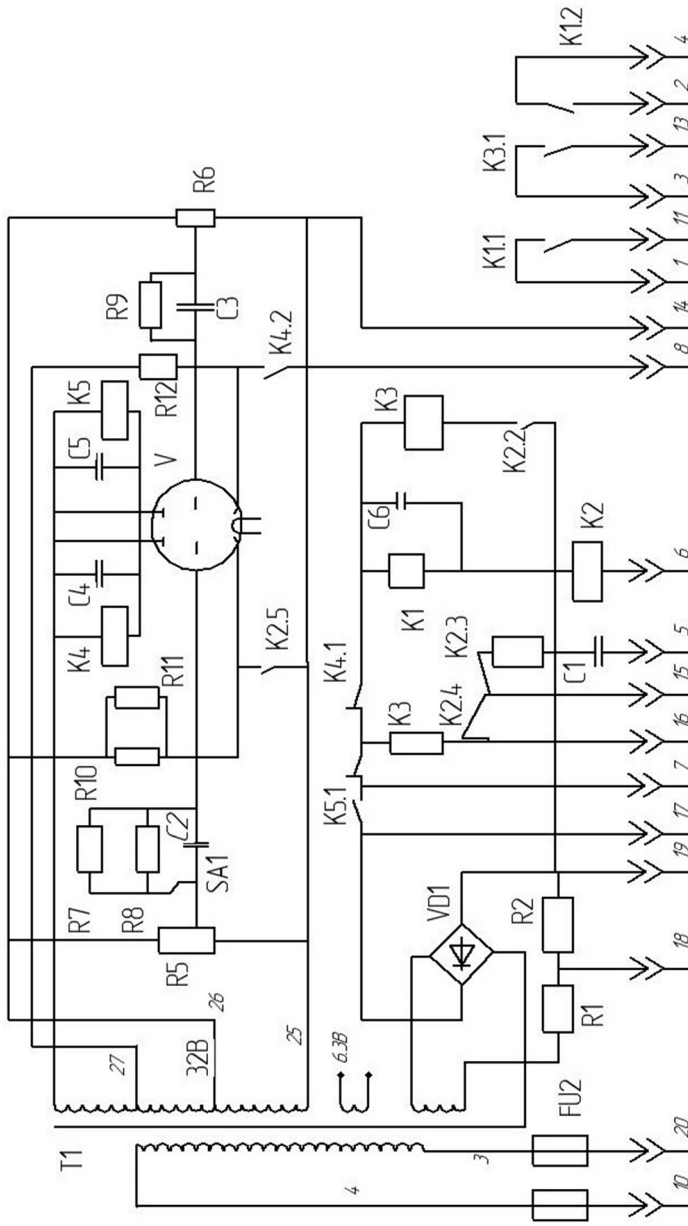


Рисунок 2.4 – Електрична схема регулятора часу

Джерелом живлення магнітострикційного перетворювача служить генератор УЗГ5-1,6. Технічні характеристики генератора УЗГ5-1,6 наведені в табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Технічні характеристики генератора УЗГ5-1,6

Параметри	Значення
Напруга мережі живлення, В	220/380
Частота мережі живлення, Гц	50
Потужність (максимальна), кВА	4,2
Потужність вихідна (номінальна), кВт	1,6
Частота робоча, кГц	22±1,65
Струм підмагнічування, А	0...25
Маса, кг	260

Генератор має систему керування, блокування і сигналізації. Задля узгодження генератора з навантаженням необхідно забезпечити рівність опору навантаження еквівалентним опором навантаження контуру генератора.

Практично узгодження здійснюється підбором кількості витків у знижувальній обмотці вихідного трансформатора та величини компенсуючої ємності.

Підбирання кількості витків вихідного трансформатора і величини компенсуючої ємності здійснюється таким чином, щоб синусоїдальна форма вихідної напруги потужності на виході була б найбільшою.

2.3 Підготовка і послідовність роботи на кліщах КТУ-1,5

Поперед пуском в роботу кліщів КТУ-1,5 потрібно:

- увімкнути пневматичну і водяну системи живлення;
- увімкнути рубильник на фідері живлення, а також пакетний вимикач машини.

Налаштування на робочий режим роботи кліщів КТУ-1,5 здійснюється в наступній послідовності:

- увімкнення пакетним вимикачем генератора (повинні загорітися жовта сигнальна лампочка і спрацювати двигун вентилятора);

- встановлення необхідного струму підмагнічування магнітострикційного перетворювача (приблизно 10...12 А) рукояткою автотрансформатора «Токподмагничивания»;

- увімкнення через 1,5 хв високої напруги кнопкою «Анод -вкл.» (повинна загорітися червона сигнальна лампочка);

- встановлення рукоятки «Мощность» у середнє положення;

- налагодження генератора рукояткою «Частота» у резонанс з власною частотою магнітострикційного перетворювача по максимальному струму мікроамперметра «Индикатор настройки»;

- збільшення потужності генератора до номінального значення, повертаючи рукоятку автотрансформатора згідно з напрямком руху стрілки годинника до упору (амперметр «Анодный ток» не повинен показувати більше 1,1 А).

Для зварювання деталей необхідно покласти їх на опору, та натиснути кнопку «Пуск» й тримати її до затиснення деталей між зварювальним інструментом та опорою.

Визначення оптимальних режимів зварювання здійснюється шляхом зміни зусилля стискання деталей та часу зварювання.

Закінчивши роботу, необхідно вимкнути мережі управління машини, генератора, припинити подачу повітря.

Подачу води припиняти через 5...10 хв після завершення зварювальних робіт.

Вимикати генератор необхідно у наступній послідовності:

- вимкнути високу напругу кнопкою «Анод-вкл.» (червона лампочка повинна згаснути);

- рукоятку автотрансформатора встановити в нульове положення;

- вимкнути генератор пакетним вимикачем;

- вимкнути рубильник на фідері живлення.

3 ЗАВДАННЯ НА ПІДГОТОВКУ ДО ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

Перед тим, як приступати до виконання лабораторної роботи студент зобов'язаний вивчити дані методичні вказівки, або за допомогою рекомендованої літератури самостійно ознайомитися з особливостями УЗЗ, конструкцією та принципом роботи обладнання[1 (с. 5...10, 163...186); 2 (с. 5...19, 128...162)]; оформити бланк звіту, вивчити вказівки по техніці безпеки; відповісти на контрольні запитання викладача та отримати у нього дозвіл на виконання роботи.

4 КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ І КОНТРОЛЮ ПІДГОТОВЛЕНOSTІ СТУДЕНТІВ ДО РОБОТИ

Як утворюється з'єднання при УЗЗ?

З яких головних вузлів складається обладнання для УЗЗ?

Які матеріали зварюються УЗЗ?

Яким є принцип дії магнітострикційного перетворювача?

Назвіть основні параметри режиму УЗЗ. Як впливають ці параметри на якість з'єднання?

Як влаштована зварювальна головка кліщів КТУ-1,5?

Налаштування акустичного вузла кліщів КТУ-1,5?

Які ви знаєте галузі застосування УЗЗ?

Якою є міцність точкових і шовних з'єднань виконаних УЗЗ?

5 МАТЕРІАЛИ, ІНСТРУМЕНТИ, ПРИЛАДИ, ОБЛАДНАННЯ

Зразки для зварювання у вигляді мідної та алюмінієвої фольги та пластин (маркаматеріалу та його товщина за вказівкою викладача).

Кліщі для точкового УЗЗ КТУ-1,5.
Генератор ультразвуковий УЗГ5-1,6

ВКАЗІВКИ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ

При експлуатації ультразвукового обладнання слід дотримуватись діючих правил техніки безпеки та заходів по боротьбі з шумом. Рівень звукового тиску на робочому місці повинен відповідати вимогам ГОСТ 12.1.001-89 та ГОСТ 12.1.003-83.

Слід уникати контакту з вібруючим інструментом-хвилеводом. Прямий вплив ультразвукової енергії на шкіру може призвести до опіку та руйнуванню тканин.

Якщо при експлуатації ультразвукового устаткування виникає неприпустимо високий рівень шуму в звуковому діапазоні, попереджувальним заходом може бути часткове або повне покриття перетворювача, інструмента-хвилеводу та деталей. Якщо це неможливо, то оператор та інший персонал, який знаходиться в зоні дії зварювального ультразвукового устаткування, повинен користуватися захисними засобами для вух.

Під час роботи забороняється відчиняти дверцята ультразвукового генератора УЗГ5-1,6.

7 ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ РОБОТИ

Лабораторну роботу слід виконувати в наступній послідовності:

- вивчити конструкцію, принцип дії та технічні характеристики кліщів КТУ-1,5 та генератора УЗГ-5-1,6 на яких виконується робота;
- увімкнути кліщі КТУ-1,5 та налаштувати їх на робочий режим;
- здійснити пробні точкові з'єднання, по чергово змінюючи час або зусилля зварювання;
- за допомогою технологічної проби визначити оптимальні режими зварювання;

- з'ясувати вплив тривалості дії ультразвукових коливань та величини стискання зварюваних деталей на якість зварної точки.

ЗМІСТ ЗВІТУ

Звіт по виконаній роботі повинен містити наступні відомості:

- мета роботи;
- стислий опис суті УЗЗ;
- опис конструкції, принципу дії кліщів КТУ-1,5 та особливостей регулювання головних параметрів режиму УЗЗ;
- технічні характеристики кліщів КТУ-1,5;
- технічні характеристики генератора УЗГ5-1,6;
- креслення акустичного вузла машини;
- таблиця, в яку занесені номер досліду з режимами зварювання (зварювальне зусилля та час зварювання) та результати проведеної технологічної проби;
- оцінка якості отриманих зварних з'єднань та пояснення причин їх відмінності;
- висновки по роботі.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Холопов Ю.В. Ультразвуковая сварка пластмасс и металлов. - Л.: Машиностроение, 1988. – 224 с.
2. Холопов Ю.В. Оборудование для ультразвуковой сварки. - Л.: Энергоатомиздат, 1985. – 168 с.