

ДОДАТОК А
ЛІСТИНГ КОДУ ДЛЯ КАЛІБРУВАННЯ ТА ВИМІРЮВАНЬ ЗРАЗКА

```

#include "HX711.h"

HX711 scale(A1, A0); // DT, CLK

float Calibration_Factor_Of_Load_cell = -3.7; // Цей калібрувальний коефіцієнт налаштовується відповідно до
тензодатчика
float U;
float O;

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  Serial.println("HX711 calibration sketch");
  Serial.println("Remove all weight from scale");
  Serial.println("After readings begin, place known weight on scale");
  Serial.println("Press + or a to increase calibration factor");
  Serial.println("Press - or z to decrease calibration factor");

  scale.set_scale();
  scale.tare(); //Сбросьте масштаб до 0
  long zero_factor = scale.read_average(); // Отримуємо базове читання
  Serial.print("Zero factor: "); // Це можна використовувати, щоб усунути необхідність тарування шкали.
  Корисно в проектах постійного масштабу.
  Serial.println(zero_factor);
}

void loop() {

  scale.set_scale(Calibration_Factor_Of_Load_cell); // Відрегулюйте цей калібрувальний коефіцієнт
  Serial.print("Reading: ");
  U = scale.get_units();
  if (U < 0)
  {
    U = 0.00;
  }
  O = U * 0.035274;
  Serial.print(O);
  Serial.print(" grams");
  Serial.print(" Calibration_Factor_Of_Load_cell: ");
  Serial.print(Calibration_Factor_Of_Load_cell);
  Serial.println();

  if (Serial.available())
  {
    char temp = Serial.read();
    if (temp == '+' || temp == 'a')
      Calibration_Factor_Of_Load_cell += 1;
    else if (temp == '-' || temp == 'z')
      Calibration_Factor_Of_Load_cell -= 1;
  }
}

```

ДОДАТОК Б
ЛІСТИНГ КОДУ ДЛЯ КОНВЕРТАЦІЇ ВИМІРЮВАНЬ

```
const int sensorPin = A0; // Аналоговий вхід
float sensorValue = 0; // Змінна для зберігання значення
float pressure = 0; // Змінна для зберігання тиску в Н/м²

void setup() {
  Serial.begin(9600); // Ініціалізація послідовного порту
}

void loop() {
  sensorValue = analogRead(sensorPin); // Читання аналогового значення
  // Перетворення значення (може знадобитися калібрування)
  pressure = (sensorValue / 1023.0) * 5.0; // Перетворення в напругу
  pressure = pressure * 1000; // Перетворення в мВ
  pressure = pressure / 10; // Наприклад, якщо 10 мВ відповідає 1 Н/м²

  Serial.print(":Тиск ");
  Serial.print(pressure);
  Serial.println(" Н/м²");

  delay(1000); // Затримка в 1 секунду
}
```

ДОДАТОК В
РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Таблиця В.1 – Залежність міцності зварного шва для листів товщиною 1 мм від зварювального струму

Товщина листів, мм	Зварювальний струм, А	Напруга, В	Кут зварювання, °	Максимальне навантаження, кг	Напруга при 20 кг, мВ	Напруга при 60 кг, мВ
1	40	12	90	500	0,69	злам
1	50	12	90	550	0,56	злам
1	60	12	90	600	0,76	злам
1	70	12	90	650	0,74	0,15
1	80	12	90	700	0,86	0,32

Таблиця В.2 – Залежність міцності зварного шва для листів товщиною 2 мм від зварювального струму

Товщина листів, мм	Зварювальний струм, А	Напруга, В	Кут зварювання, °	Максимальне навантаження, кг	Напруга при 20 кг, мВ	Напруга при 60 кг, мВ
2	80	12.5	90	1200	0,89	злам
2	90	13	90	1380	0,87	0,62
2	100	13.5	90	1600	0,92	0,72
2	110	14	90	1840	0,98	0,8
2	120	14.5	90	2100	1,2	0,82

Таблиця В.3 – Залежність міцності зварного шва для листів товщиною 3 мм від зварювального струму

Товщина листів, мм	Зварювальний струм, А	Напруга, В	Кут зварювання, °	Максимальне навантаження, кг	Напруга при 20 кг, мВ	Напруга при 60 кг, мВ
3	120	14	90	2000	0,87	0,45
3	130	15	90	2200	0,92	0,71
3	140	15.5	90	2400	0,96	0,83
3	150	16	90	2600	1,3	0,99
3	160	16.5	90	2800	1,7	1,2

Таблиця В.4 – Залежність міцності зварного шва для листів товщиною 4 мм від зварювального струму

Товщина листів, мм	Зварювальний струм, А	Напруга, В	Кут зварювання, °	Максимальне навантаження, кг	Напруга при 20 кг, мВ	Напруга при 60 кг, мВ
4	160	16	90	2800	5,7	3,9
4	170	16.5	90	3000	7,2	5,3
4	180	17	90	3200	8,4	6,9
4	190	17.5	90	3400	8,8	7,8
4	200	18	90	3600	10,6	8,4

Таблиця В.5 – Залежність міцності зварного шва для листів товщиною 5 мм від зварювального струму

Товщина листів, мм	Зварювальний струм, А	Напруга, В	Кут зварювання, °	Максимальне навантаження, кг	Напруга при 20 кг, мВ	Напруга при 60 кг, мВ
5	200	18	90	3600	4,9	4,5
5	210	18.5	90	3800	7,6	7,2
5	220	19	90	4000	8,9	9,1
5	230	19.5	90	4200	10,2	9,0
5	240	20	90	4400	12,7	11,3

Таблиця В.6 – Залежність міцності зварного шва для листів товщиною 6 мм від зварювального струму

Товщина листів, мм	Зварювальний струм, А	Напруга, В	Кут зварювання, °	Максимальне навантаження, кг	Напруга при 20 кг, мВ	Напруга при 60 кг, мВ
6	240	20	90	4400	8,7	6,3
6	250	20.5	90	4600	10,5	7,4
6	260	21	90	4800	12,5	8,8
6	270	21.5	90	5000	18,9	12,3
6	280	22	90	5200	21,1	16,7

Таблиця В.7 – Залежність міцності зварного шва для листів товщиною 1 мм від кута зварювання

Товщина листів, мм	Зварювальний струм, А	Напруга, В	Кут зварювання, °	Максимальне навантаження, кг	Напруга при 20 кг, мВ	Напруга при 60 кг, мВ
1	40	10	90	500	0,47	0,34
1	40	10	75	483	0,38	злам
1	40	10	60	433	0,21	злам
1	40	10	45	353	злам	злам
1	40	10	30	250	злам	злам

Таблиця В.8 – Залежність міцності зварного шва для листів товщиною 2 мм від кута зварювання

Товщина листів, мм	Зварювальний струм, А	Напруга, В	Кут зварювання, °	Максимальне навантаження, кг	Напруга при 20 кг, мВ	Напруга при 60 кг, мВ
2	80	15	90	1000	0,59	0,4
2	80	15	75	967	0,67	0,21
2	80	15	60	866	0,34	злам
2	80	15	45	707	0,29	злам
2	80	15	30	500	злам	злам

Таблиця В.9 – Залежність міцності зварного шва для листів товщиною 3 мм від кута зварювання

Товщина листів, мм	Зварювальний струм, А	Напруга, В	Кут зварювання, °	Максимальне навантаження, кг	Напруга при 20 кг, мВ	Напруга при 60 кг, мВ
3	120	20	90	1500	4,3	2,4
3	120	20	75	1451	3,8	2,7
3	120	20	60	1299	2,2	1,5
3	120	20	45	1060	1,1	0,9
3	120	20	30	750	1,5	злам

Таблиця В.10 – Залежність міцності зварного шва для листів товщиною 4 мм від кута зварювання

Товщина листів, мм	Зварювальний струм, А	Напруга, В	Кут зварювання, °	Максимальне навантаження, кг	Напруга при 20 кг, мВ	Напруга при 60 кг, мВ
4	160	25	90	2000	7,7	4,9
4	160	25	75	1935	7,2	4,3
4	160	25	60	1732	6,4	3,9
4	160	25	45	1414	5,3	3,4
4	160	25	30	1000	5,6	2,8

Таблиця В.11 – Залежність міцності зварного шва для листів товщиною 5 мм від кута зварювання

Товщина листів, мм	Зварювальний струм, А	Напруга, В	Кут зварювання, °	Максимальне навантаження, кг	Напруга при 20 кг, мВ	Напруга при 60 кг, мВ
5	200	30	90	2500	9,9	6,5
5	200	30	75	2419	8,6	6,2
5	200	30	60	2165	8,9	4,1
5	200	30	45	1767	7,2	5,0
5	200	30	30	1250	6,7	3,9

Таблиця В.12 – Залежність міцності зварного шва для листів товщиною 6 мм від кута зварювання

Товщина листів, мм	Зварювальний струм, А	Напруга, В	Кут зварювання, °	Максимальне навантаження, кг	Напруга при 20 кг, мВ	Напруга при 60 кг, мВ
6	240	35	90	3000	15,7	12,3
6	240	35	75	2903	13,5	10,4
6	240	35	60	2598	12,5	10,8
6	240	35	45	2121	10,9	9,3
6	240	35	30	1500	9,1	8,7

ДОДАТОК Г
АБРОБАЦІЯ НАУКОВИХ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет радіоелектроніки
Кафедра комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки

**VIII Міжнародна Конференція
ВИРОБНИЦТВО
&
МЕХАТРОННІ СИСТЕМИ 2024**



**VIII International Conference
MANUFACTURING
&
MECHATRONIC SYSTEMS 2024**

M&MS
2024

VII International Conference
25-26 October
Kharkiv

M&MS 2024, 25-26 October, Kharkiv, Ukraine

Міністерство освіти і науки України (МОНУ)
Харківський національний університет радіоелектроніки (ХНУРЕ)
Варшавський університет сільського господарства (WULS - SGGW)
Азербайджанський державний університет нафти і промисловості
Національний університет «Львівська політехніка»
Festo Didactic Україна
Jabil Circuit Ukraine Limited
ТОВ «Науково-виробниче підприємство «УКРІНТЕХ»»
Факультет автоматичних і комп'ютеризованих технологій (АКТ)
Кафедра комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки (КІТАР),
Державне підприємство «Харківський науково-дослідний інститут технології
машинобудування»
Державне підприємство «Південний державний проектно-конструкторський та
науково-дослідний інститут авіаційної промисловості»

МАТЕРІАЛИ

VIII-ої Міжнародної Конференції

ВИРОБНИЦТВО & МЕХАТРОННІ СИСТЕМИ 2024

**(25-26 жовтня 2024)
Харків, Україна**

ОРГАНІЗАТОРИ



Міністерство
освіти і науки
України

Міністерство освіти і науки України (МОНУ)
The Ministry of Education and Science of Ukraine



NURE
Kharkiv National University
of Radioelectronics

Харківський національний університет
радіоелектроніки (ХНУРЕ)

Kharkiv National University of Radioelectronics



**WARSAW UNIVERSITY
OF LIFE SCIENCES
-SGGW**

Варшавський університет сільського
господарства (WULS - SGGW)

Warsaw University of Life Sciences WULS - SGGW



Азербайджанський державний університет
нафти і промисловості

Azerbaijan State Oil and Industry University



Festo Didactic Україна

Festo Didactic Ukraine



UKRAINIAN INNOVATIVE TECHNOLOGIES

ТОВ «Науково-виробниче підприємство
«УКРІНТЕХ»»

Research and Production Enterprise
"UKRINTECH" Ltd



Національний університет «Львівська
політехніка»

National University Lviv Polytechnic

Державне підприємство «Харківський науково-
дослідний інститут технології машинобудуван-
ня», м. Харків, Україна



State Enterprise «Kharkiv Scientific-Research
Institute of Mechanical Engineering Technology»,
Kharkiv, Ukraine



Державне підприємство «Південний державний
проектно-конструкторський та науково-
дослідний інститут авіаційної промисловості»,
м. Харків, Україна

State Enterprise «National Design & Research
Institute of Aerospace Industries», Kharkiv,
Ukraine



Jabil Circuit Ukraine Limited

ЗМІСТ

<i>Svitlana Alyokhina</i>	12
System Approach to the Positive Energy District Analysis	
<i>Dmytro Gurin</i>	
Розробка динамічного представлення параметрів моделі опису навколишнього середовища колаборативного робота	15
<i>Artem Hubar</i>	
Automation of Power Grid Element Management to Enhance Energy Efficiency	19
<i>Артем Бронніков, Стеценко Катерина</i>	
Автономний робот на Raspberry Pi з аналізом облич та емоцій в реальному часі	22
<i>Andrii Lvov, Svetlana Sotnik</i>	
Analysis of electronic locks existing systems	24
<i>Artem Tverdokhlib, Svetlana Sotnik</i>	
Intelligent tools for optimizing information and search engines	28
<i>Igor Zarubin, Svetlana Sotnik</i>	
Basic principles of building aerial robots	32
<i>Pavlo Sukhno, Svetlana Sotnik</i>	
Critical review of GSM network structure	37
<i>Oleksii Shevchenko, Nataliia Furmanova, Vadim Yakovenko, Yaroslav Lukash</i>	
Assessment of the quality of brushless DC motors	42
<i>Artem Zhulai, Nataliia Furmanova</i>	
System for monitoring and alerting in a coal mine	45
<i>Сніжана Вичужаніна, Олександр Малий</i>	
Огляд щодо використання радіоаматорами радіочастотного спектру в Україні	48

<i>Воронов Денис, Сезонова Ірина</i>	
Розробка методу визначення швидкості переміщення об'єктів на основі аналізу зображень	51
<i>Oleh Hurtovyi</i>	
Features of Functional Testing for Low-Power Consumption Devices with Built-In Batteries	55
<i>Варвара Карташова, Артем Бронніков</i>	
Роль експертних систем та голосового керування в сучасному виробництві	58
<i>Антон Паньков</i>	
Інноваційний підхід до візуалізації: розробка автоматизованого модуля для збору, обробки та збереження поточних даних	62
<i>Олег Посашков, Олександр Цимбал</i>	
Аналіз існуючих методів підтримки прийняття рішень у віддаленому управлінні виробництвом	65
<i>Дмитро Максимов, Дмитро Нікітін</i>	
Види зварювання для верстагу точкового зварювання з ЧПУ	69
<i>Олексій Фарафонов, Наталія Фурманова, Олександр Малий</i>	
Розроблення технології паралельного керування за допомогою вебінтерфейсу мобільним роботом під керуванням ROS	71
<i>Дмитро Янушкевич, Леонід Іванов, Ігор Толкунов</i>	
Застосування методів вербального аналізу в інтелектуальних системах управління у сфері гуманітарного розмінування	75
<i>Данило Ясир</i>	
Вибір математичної моделі для управління якістю продукції в умовах безперервного виробництва	79
<i>Дмитро Дриньов</i>	
Використання елементів штучного інтелекту для вирішення задач моделювання динамічних процесів	83
<i>Ганна Самоїленко</i>	
Дослідження методів опису динаміки гуманоїдного робота	85

<i>Андрій Слюсар, Софія Хрустальова</i>	
Методи та алгоритми локалізації RFID-міток: сучасні підходи та перспективи	87
<i>Василь Туз, Володимир Чумаков, Олександр Филипченко, Оксана Сичова</i>	
Дослідження дисперсійних характеристик мікроструктурованого оптичного волокна в умовах деформації	92
<i>Тимур Лихо, Світлана Максимова</i>	
Основні етапи розроблення наземного мобільного робота	96
<i>Vladyslav Yevsieiv</i>	
Using the Dempster-Shafer Theory in Data Fusion Solutions for Collaborative Robotic Manipulators within Industry 5.0	99
<i>Vladyslav Yevsieiv, Nataliia Demska</i>	
A Model of Using Computer Vision to Monitor the Environment of a Collaborative Manipulator Robot	102
<i>Віталій Тетеря, Світлана Максимова</i>	
Розробка системи ідентифікації, розпізнавання та трекінгу для колаборативного робота	105
<i>Vladyslav Yevsieiv, Svetlana Starikova</i>	
Using the Triangulation Method to Measure the Distance to Objects in the Working Area of a Collaborative Manipulator Robot	107
<i>I.V. Жарікова, Д.О. Нікімін</i>	
Дослідження механічних параметрів гнучких комутаційних структур для мобільних роботизованих платформ	110
<i>Svetlana Starikova, Ilya Karpenko</i>	
Development of a Structural Control Scheme for a Small-sized Mobile Robot for Investigating Damaged Buildings	114
<i>Максим Вжесневський</i>	
Інтелектуальне керування автономними транспортними шатлами для внутрішньо-складських логістичних систем	117

<i>Родіо Клименко, Дмитро Кухаренко</i>	
Програмне забезпечення для розрахунку резонансних частот мембран живих організмів	120
<i>Микола Мешков, Дмитро Кухаренко</i>	
Алгоритм та програмна реалізація роботи комплексу очних м'язів людини	124
<i>Дмитро Кухаренко, Олексій Юрко, Денис Тимченко</i>	
Автоматизований аналіз довільних ділянок фонокардіограм в середовищі Labview	128
<i>Сергій Новоселов, Владислав Іванов</i>	
Вирішення задачі управління багатоланковим маніпулятором	132

Види зварювання для верстату точкового зварювання з ЧПУ

Дмитро Максимов¹, Дмитро Нікітін²

1. Факультет АКТ, Кафедра КІТАР, Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна, Харків, проспект Науки 14., e-mail: dmytro.makymov1@nure.ua

2. Кафедра КІТАР, Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна, Харків, проспект Науки 14., e-mail: dmytro.nikitin@nure.ua

Анотація: у даній роботі досліджуються різновиди видів зварювання для верстата для точкового зварювання. Що дозволяє визначити найкращий метод напівпромислового зварювання в верстаті з ЧПУ.

Ключові слова: напівавтоматичне зварювання серед захисних газів, напівавтоматичне зварювання серед інертних газів, ручне дугове зварювання електродом, що плавиться, ручне зварювання серед захисних газів.

I. Вступ

В даній час точкове зварювання отримала широке розповсюдження, як у промисловій сфері, так і в побуті, так як дозволяє вирішувати навіть найскладніші завдання за своїм прямим призначенням. На сьогоднішній день точкове зварювання затребувана не тільки в побуті, але і в виробництві, так як вона здатна вирішити навіть самі важкі завдання. Саме воно є одним з найбільш універсальних та доступним для споживачів засобом для зварювання листів металу.

Основною задачею даної роботи – є визначення типів і різновидів зварювання для верстата точкового зварювання. Тому на першому етапі необхідно дослідити, які існують методи зварювання.

II. АНАЛІЗ ВИДІВ ЗВАРЮВАННЯ

На даній момент існують багато методів зварювання в залежності від матеріала, товщини і інших параметрів, тому було обрано 5 видів зварювання, які найчастіше використовуються. Типи зварювання, їх переваги та недоліки наведені у табл. 1.

Таблиця 1. Типи зварювання, їх переваги та недоліки

№	Тип зварювання	Переваги	Недоліки
1	Ручне дугове зварювання електродом (ММА)	– висока технологічність; – широкі можливості для механізації або автоматизації; – невелика зона термічного впливу.	– необхідність використання спеціальних зварювальних перетворювачів.

Продовження Табл. 1.

2	Ручне зварювання серед захисних газів (TIG)	– дуже висока якість шва; – легкоплавкі компоненти сплавів та легуючі добавки не вигорють; – зварювальна ванна захищена від кисню.	– невелика ефективність нагрівання металу; – широкі шви і широка зона термічного впливу на конструкції, що зварюються; – невелика продуктивність; – труднощі в автоматизації процесу.
3	Напівавтоматичне зварювання	– найбільший рівень захисту розплавленого металу; – зручність експлуатації; – рівний шов із повною відсутністю шлаку.	– вартість обладнання та матеріалів; – обмеження на типи матеріалів; – обмеження на товщину матеріалів; – вимоги до чистоти поверхні
4	Плазмове зварювання	– високий рівень концентрації теплоти; – висока стабільність горіння; – можливість зварювання товщиною до 10 мм без попередньої підготовки кромки.	– оптичне випромінювання, шкідлива іонізація повітря; – виділення парів металу в процесі зварювання; – низький срок служби сопла пальника внаслідок сильного нагріву.
5	Контактне зварювання	– малий час з'єднання; – швидкість процесу; – мінімальна деформація.	– дуже високий робочий струм; – високе зусилля притиску кліща; – мала міцність зварного шва.

Для роботи зі зварювальним апаратом також потрібен зварювальний трансформатор, що є ключовим елементом в багатьох процесах зварювання, оскільки сам він відповідає за регулювання сили струму та напруги, знижує втрати

енергії, підвищує безпеку зварювальних робіт і т.д, рисунок 1.

Залежно від конструкції електричного пристрою та методу регулювання класифікують на такі основні групи:

- однопостові зварювальні трансформатори - використовуються при роботах з ручним зварюванням і зварювання під флюс;
- трансформатори амплітудного регулювання із підвищеним магнітним розсіюванням – відмінні риси цього виду полягають у конструкції шугтів і обмоток. При невеликій вазі обладнання робочі характеристики полягають у підвищеному коефіцієнті потужності;
- тиристорні прилади – оснащені фазорегулятором, розташованим на ланцюгу, який з'єднаний з тиристорами та системою управління;
- однофазні – як правило, побутові моделі які не надто потужні і можуть працювати з побутовою електромережею з напругою 220 В, складається з сердечника та двох обмоток;
- трифазні – завжди або професійна, або напівпрофесійна модель настільки потужна, що вимагає 380 В напруги, складається з трьох однофазних, рисунок 2.

III. ВИСНОВКИ

Різноманіття існуючих методів зварювання дозволяє вибрати найбільш підходящий варіант в залежності від специфіки завдання, матеріалу та умов роботи. Кожен з цих методів має свої переваги і недоліки, що необхідно враховувати при виборі технології для конкретних застосувань.

Зварювальний трансформатор є важливим компонентом для забезпечення ефективного та безпечного зварювання. Різні типи трансформаторів мають свої специфічні характеристики і застосовуються в залежності від вимог до зварювального процесу. Для досягнення найкращих результатів у зварювальному процесі важливо враховувати як технічні характеристики зварювального обладнання, так і властивості матеріалів, що зварюються. Вибір правильного методу зварювання і відповідного зварювального трансформатора може суттєво вплинути на якість зварного шва, швидкість виробництва та економічність процесу.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ

- [1] Lincoln Electric [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.lincolnelectric.com/en-gb/support/welding-howto/Pages/welding-howto.aspx>
- [2] Miller Welds [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.millerwelds.com/resources/welding-resources>



Рисунок 1 – Зварювальний трансформатор



Рисунок 2 – Трьохфазний зварювальний трансформатор

ДОДАТОК Д
ДЕМОНСТРАЦІЙНИЙ МАТЕРІАЛ

