

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Запорізький національний технічний університет

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторної роботи № 3
з дисципліни «Проектування обладнання з інженерії поверхні» для
студентів освітньої програми „Відновлення та підвищення
зносостійкості деталей і конструкцій” для всіх форм навчання

2016

Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи № 3 з дисципліни «Проектування обладнання з інженерії поверхні» для студентів освітньої програми „Відновлення та підвищення зносостійкості деталей і конструкцій” для всіх форм навчання / Укл.: О.Є. Капустян, Р.А. Куликовський – Запоріжжя: ЗНТУ, 2016. - 14 с.

Укладач: О.Є. Капустян, ст. викладач

Р.А. Куликовський, канд. техн. наук, доцент

Рецензент: М.Ю. Осіпов , канд. техн. наук, доцент

Коректор: І.П. Аверченко

Відповідальний за випуск: О.Є. Капустян

Затверджено

на засіданні кафедри ОТЗВ

Протокол № 8 від 1.06.2016

Затверджено

на засіданні НМК ІФФ

Протокол № 10 від 21.06.2016

ЗМІСТ

1 МЕТА РОБОТИ	4
2 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ	4
2.1 Призначення і властивості блоку управління типу БУСП-1	4
2.2 Робота електричної схеми	4
4 КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ І КОНТРОЛЮ ПІДГОТОВЛЕНOSTІ СТУДЕНТІВ ДО РОБОТИ	12
5 МАТЕРІАЛИ, ІНСТРУМЕНТ, ПРИЛАДИ, ОБЛАДНАННЯ	12
6 ВКАЗІВКИ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ	12
7 ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ	13
8 ЗМІСТ ЗВІТУ	13
РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА	14

ВИВЧЕННЯ ПРИНЦИПУ ДІЇ І ПРИЗНАЧЕННЯ БЛОКУ БУСП-1

1 МЕТА РОБОТИ

Вивчити призначення, принцип дії та схеми блоку БУСП-1. Вивчити деякі властивості блоку при роботі зварювального напівавтомата ПДГ-312У3.

2 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

2.1 Призначення і властивості блоку управління типу БУСП-1

Блок керування зварювальним напівавтоматом типу БУСП-1 (в подальшому іменується "блок") призначений для управління послідовністю виконавчих органів зварювального напівавтомата, що забезпечує регулювання швидкості подачі електродного дроту і вибір робочого циклу зварювання в середовищі захисного газу.

Блок забезпечує:

- а) динамічне гальмування;
- б) електронний захист якоря двигуна від перевантажень;
- в) однорежимне управління напівавтоматом;
- г) включення продувки газу при налагодженні;
- д) виконання режимів зварювання, налагодження;
- е) включення і виключення джерела живлення, двигуна подачі дроту, газовідсікача, динамічного гальмування відповідно до заданого циклом.

2.2 Робота електричної схеми

При подачі позитивного потенціалу через кнопку "ПУСК" розташовану на тримачі пальника на вхід інвертора D24 (рис. 2.1),

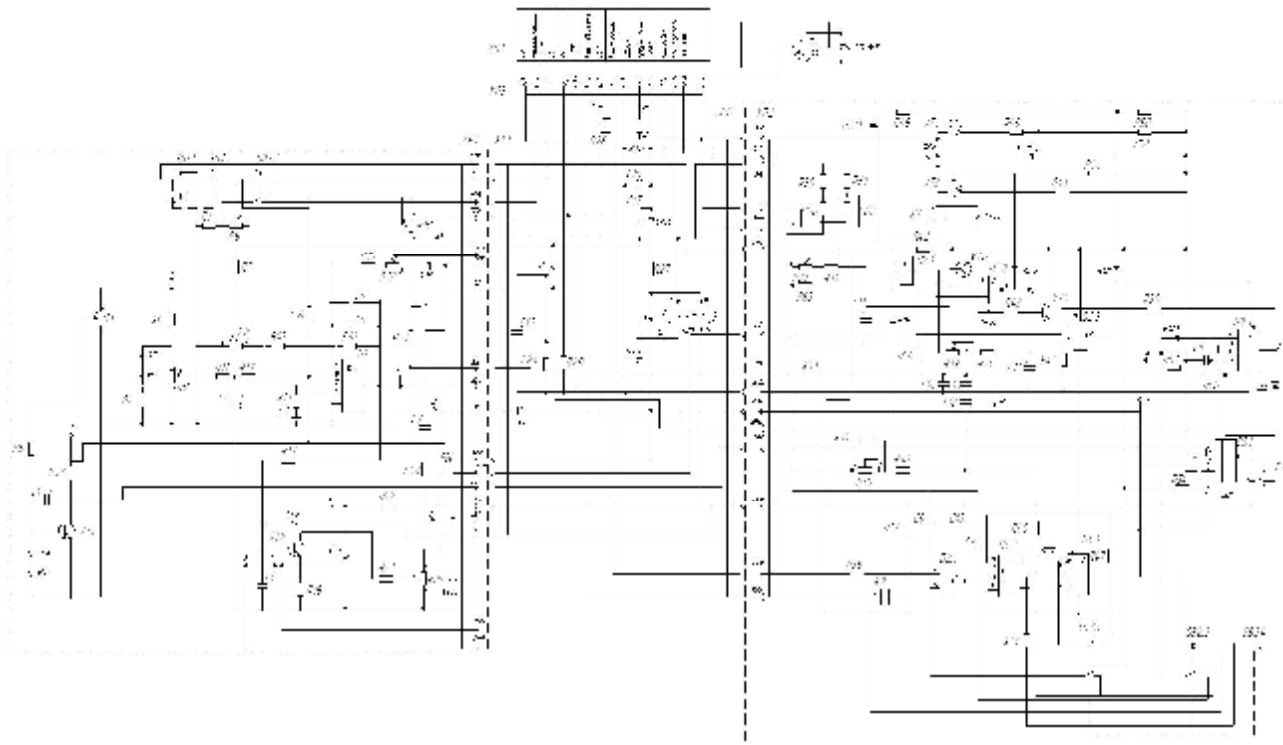


Рисунок 2.1 – Електрична схема БУСП-1

утримуючи кнопку "-" перемикається тригер ТТ: D4.2 і запам'ятовує цей стан.

Сигнал з виходу "Q" (9-D4.2) логічна одиниця через схему збігу підсилювача D3.1 включає привід (при цьому вихідний каскад підсилювача закритий) і через інвертори D2.1, D2.2, D2.3, транзистори VT4, VT3 включає тиристор VD 20, в анодний ланцюг якого включена обмотка клапана газовідсікача і реле K1, контакти якого включають джерело зварювального струму.

Одночасно з виходу "Q" на входах підсилювача D3.2 з'являється логічний нуль (8-D4.2). При цьому відключається динамічне гальмування.

При відпусканні кнопки "ПУСК" описаний стан схеми зберігається.

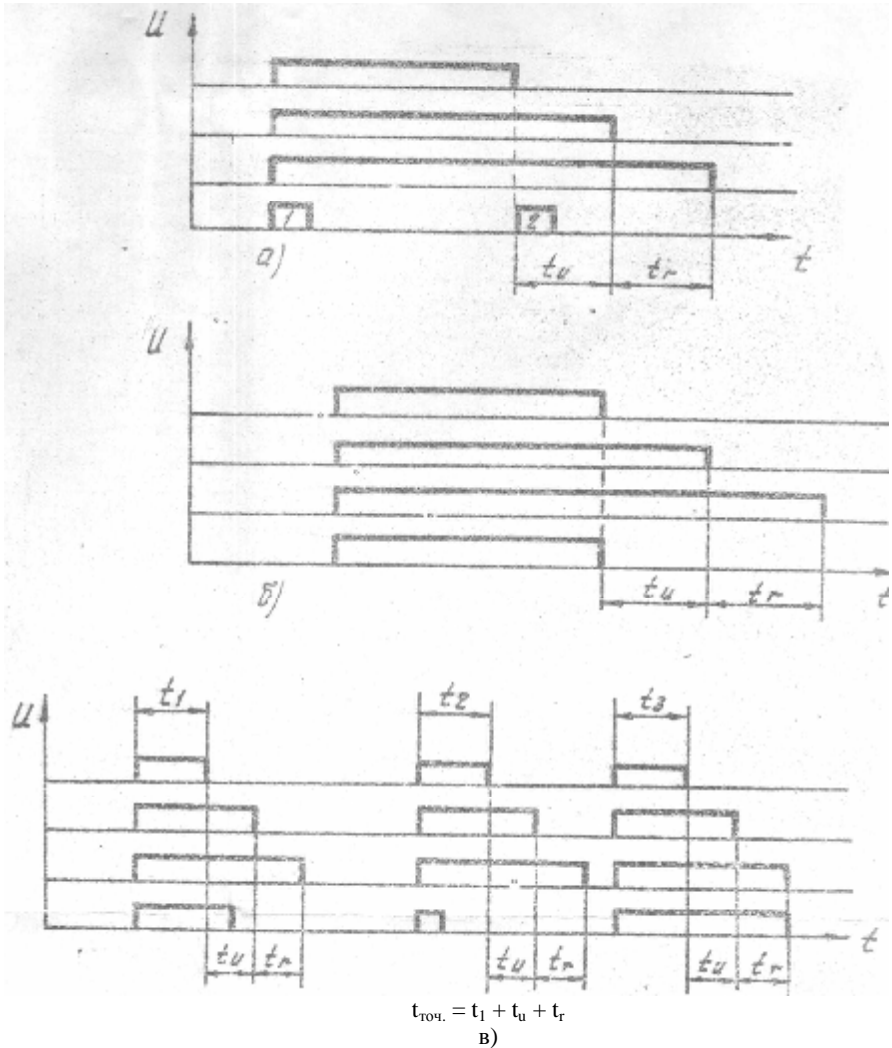
При повторному натисканні кнопки "ПУСК" тригер ТТ перемикається в початковий стан. Потенціал на виході "Q" стає рівним нулю, привід відключається, і включається динамічне гальмування з затримкою, рівною 40 мс (ланцюг затримки: C15, R53).

Конденсатор C11 починає розряджатися через резистори R31, R32.

При досягненні напруги на конденсаторі C11 величини нижче порога спрацьовування елемента D2 (< 7 В) сигнал на виході інвертора D2.1 стане рівним одиниці, а на виході D2.2 - нуль. Реле K1 відключається. При досягненні на конденсаторі C13 напруги > 7 В, на виході інвертора з'явиться логічний нуль і тиристор VD20 відключиться. Вся схема повертається в початковий стан.

При включенні кнопки "ЗВАРЮВАННЯ ТОЧКАМИ" робочий стан схеми визначається тривалістю розряду конденсатора C12 через резистори R35, R36 до напруги < 7 В. При цьому на вході "S" тригера ТТ (D4.2) з'явиться логічний нуль і тригер перемкнеться в початкове положення. За час відпрацювання точки будь-які маніпулятори з кнопкою "ПУСК" не змінюють стан схеми, тому що на другому вході інвертора D2.4 присутній нульовий сигнал, що забороняє, який знімається з виходу "Q" тригера D4.2.

При зварюванні короткими швами тривалість зварювання визначається тривалістю включеного стану кнопки «ПУСК». При її відпусканні схема повертається в початковий стан, як вище описано. При цьому тригер ТТ в роботі участі не бере. Циклограми роботи схеми для трьох видів зварювань представлені на рис. 2.2.



а - зварювання довгих швів; б - зварювання коротких швів; в - зварювання точками

Рисунок 2.2 – Циклограма роботи блока керування

Привід подачі електродного дроту складається з наступних функціональних вузлів: підсумовує підсилювача D1, компаратора - релаксатора імпульсів управління VT2, R17, R18, C4 підсилювача потужності зібраного на тиристорі VD5, схеми струмового захисту

(R3, R5, VT1, VD3, VD4), тиристора динамічного гальмування VD12 і двигуна, що подає. На резистор R6 подається стабілізована напруга, а з движка цього резистора знімається і подається на вхід підсумовуючого підсилювача D1 напруга завдання U3.

Дільник з резисторів R2, R7 підключений паралельно якоря двигуна, а з виведення резистора R2 знімається напруга зворотного зв'язку Uосн і подається на вхід, що інвертує підсилювача D1. Ця напруга пропорційна напрузі на якорі двигуна.

З резистора R9 знімається напруга Uост пропорційна струму, що протікає через резистори R11, R12 підсумовується з напругою завдання Uз на вході, що не інвертує на підсилювачі, що підсумовує D1.

Отже, на виході підсилювача отримаємо напругу неузгодженості Uр рівну:

$$U_p = U_3 - U_{осн} + U_{ост} = U_3 - U_{ос} \quad (2.1)$$

Напруга неузгодженості подається на вхід компаратора, виконаного на одноперехідному транзисторі УТ2. При досягненні напруги на конденсаторі С4 рівної порогу включення транзистора VT2, останній відкривається і на резисторі R18 з'явиться напруга імпульсу управління, який відкриває тиристор VD5, що включає тиристор VD11 (оптрон).

У зв'язку з тим, що база 2 транзистора VT2 живиться напругою, синфазною з напругою мережі живлення, передній фронт імпульсу управління переміщується по фазі в залежності від величини Uр.

У сталому режимі при незмінному положенні движка резистора завдання швидкості R6, якір двигуна обертається з постійною швидкістю; напруга на якірних клемах і на резисторі R29 не змінюється і тому, величина Uр постійна.

У разі, якщо навантаження на валу двигуна збільшилося, то частота обертання його якоря і напруга на ньому зменшуються, а струм якірного ланцюга збільшується. Відповідно зменшується напруга негативного зворотного зв'язку Uосн, і збільшується напруга позитивного зворотного зв'язку Uост.

Із наведеного вище виразу (3.1) очевидно, що напруга Uр збільшується. Збільшення Uр викликає відповідний фазовий зсув імпульсу управління на виході компаратора і тиристор VD11

включається раніше, що призводить до збільшення напруги на якорі двигуна, а, отже, і до збільшення частоти його обертання до колишнього рівня.

Дія позитивного зворотного зв'язку Uост найбільш ефективна при малих частотах обертання якоря, тобто коли абсолютна величина цієї напруги порівнянна з величиною напруги завдання, а напруга на якорі двигуна мала.

При навантаженні на валу двигуна, що не перевищує допустимого, транзистор струмового відсічення VT1 закритий. Напруга з колектора цього транзистора і виходу "Q" тригера ТТ надходить на вхід схеми збігу D3.1. При збільшенні струму якоря зростає напруга на резисторі R29 і на паралельно підключеного до нього резисторі R3. Движок резистора R3 підключений до бази транзистора VT1 і встановлений таким чином, що при підключенні струму якоря півтора кратного значення від номінального $I_a = 1,5I_{ном}$, транзистор VT1 відкривається. Напруга по одному з входів схеми елемента D3.1 стає близькою нулю, отже відкривається вихідний каскад підсилювача D3.1 і закорочує на загальний провід емітер транзистора VT2. Компаратор вимикається. Тиристор VD11 закривається, а тому в цьому випадку струм в ланцюзі якоря двигуна відсутній, то транзистор VT1 закривається. Привід знову включається. Якщо перевантаження збереглося, описаний цикл повторюється.

Таким чином, в ланцюзі якоря підтримується деяке середнє значення струму, що не перевищує допустимий.

Пульсуюча напруга 59 В з частотою 100 Гц через роз'єм XP3 і діод VD10 подається на параметричний стабілізатор: R27, VD7, VD8, C7, що забезпечує напругою 15-16 В логічну частину схеми, і параметричний стабілізатор з термокомпенсацією (елемент R21, VD6), який служить для отримання напруги, що задає.

У схемі управління застосовані інтегральні схеми серії K511; відмінною особливістю роботи цих схем є високий поріг перемикання – 6 В.

Як елемент пам'яті застосований рахунковий тригер ТТ на елементі K511 ТВ1, що складається з двох ІК - тригерів.

Робота тригера D4.2 полягає в тому, що при подачі на його лічильний вхід 13 негативного імпульсу (логічний "0") на його виході 9 з'явиться логічна "1", а на виході 8 логічний "0" за умови якщо на вхідних 11 - "I", 12-1, 10 "S" буде "1". При повторній подачі імпульсу

на вхід 13 тригер перемикається в початковий стан. У початковий стан тригер можна перевести, якщо логічний "0" подати на вхід 10 елемента D4.

Вихід 8 тригера D4.2 використовується для блокування роботи інвертора D2.4 під час роботи схеми в режимі зварювання "точками" і для управління тиристором динамічного гальмування VD12.

Повернення тригера D4.2 в цьому режимі в початковий стан відбувається за час $\tau = 0,5$ (R35 + R36)C12, тобто при зниженні напруги на конденсаторі C12 з 15 до 6 В. Логічний нуль, що з'явився при цьому на вході 10 поверне тригер в початковий стан.

При зварюванні «короткими швами» високий потенціал безпосередньо з кнопки «ПУСК» через контакти перемикача C2.2 надходить на виходи інверторів D2.1 і D3.1.

В робочому стані схеми (мається на увазі, що йде процес зварювання і всі виконавчі елементи включені) в контрольній точці 10 присутній високий потенціал - логічна одиниця.

Отже, такий же стан буде і на входах 6 інвертора D2.2 і 8 інвертора D2.3.

При подачі команди «СТОП» в контрольній точці 10 буде низький рівень напруги. Конденсатор C11 буде розряджатися через резистори R31 і R32 до напруги перемикавання логічного елемента (до 6 В) D2.1.

Сигнал на виході 3 інвертора D2.1 стане логічною одиницею (1). При цьому на виході 6 інвертора D2.2 напруга досягне потенціалу логічного «0», реле K1 відключиться, а з ним відключиться і зварювальне джерело.

Одночасно високий рівень напруги з виходу 3 інвертора D2.1 починає $\tau = 0,5$ заряджати конденсатор C13 через резистори R33, R34 і через час (R33-R34) C13 на резисторі R45 емітерного повторювача VT5 з'явиться логічна «1».

На виході 8 інвертора D2.3 зникне логічна одиниця, відключається тиристор VD20 і клапан газовідсікача.

Реле K2 включається кнопкою, розташованої на пульті дистанційного керування.

Контакти реле K2 включають з пульта привід і відключає динамічне гальмування. Тиристор динамічного гальмування VD12 включається кожен раз, коли в контрольній точці 10 буде логічний

нуль.

Як підсилювач, що підсумовує застосовано підсилювач постійного струму К1УТ401 Б (D1). Підсилювач охоплений частотно-залежним зворотним зв'язком (C5, C6, R16).

На вхід, що не інвертується 10 підсилювача через резистор R14 подається напруга завдання швидкості подачі електродного дроту, а через резистор R12 - інтегрований сигнал, пропорційний струму якоря. На вхід, що інвертує 9 підсилювача подається з дільника R2, R7 сигнал, пропорційний напрузі на якорі двигуна. На цей же вхід через резистори R15, R20 подається стабілізована напруга для установки на виході 5 підсилювача напруги рівній порогу включення одноперехідного транзистора VT2 при нульовому значенні задає напруги. Резистором R20 встановлюється мінімальна частота обертання якоря двигуна.

Для компенсації різниці параметрів одноперехідних транзисторів і забезпечення ідентичності вихідних характеристик приводів, база 2 транзистора VT2 підключається до параметричного стабілізатора R24, 9 через дільник R25.

Переміщенням движка резистора R25, в кожному примірнику приводу на базі 2 транзистора VT2 встановлюється така напруга, при якій напруга на емітері, виміряна осцилографом, дорівнюватиме 3,5 В.

Напруга зворотного зв'язку по струму в ланцюзі якоря знімається з подільника R9. Паралельно дільнику підключений діодний обмежувач VD1, VD2, R4 для обмеження максимального значення напруги зворотного зв'язку.

Движком резистора R3 встановлюється необхідний поріг включення струмового захисту.

Діоди VD3, VD4 служать для обмеження сигналу в ланцюзі бази транзистора T1 і для температурної компенсації режиму роботи цього транзистора.

Перемикачем S1 здійснюють перемикання з режиму «Робота (1)» на «наладку 0», крім того в режимі налагодження позначеної символом "0" відбувається подача логічного нуля на вхід інвертора 2 і відключення реле K1. Натисканням кнопки "∞" роблять включення клапана газовідсікача для продувки газу.

Діоди VD10 і VD13 встановлені для компенсації впливу Е.Д.С. самоіндукції двигуна на комутацію тиристора VD11.

3 ЗАВДАННЯ НА ПІДГОТОВКУ ДО ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

1. Вивчити принцип роботи схеми.
2. Вивчити призначення, принцип роботи БУСП-1.

4 КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ І КОНТРОЛЮ ПІДГОТОВЛЕНОСТІ СТУДЕНТІВ ДО РОБОТИ

1. Призначення блоку.
2. Послідовність управління окремими вузлами напівавтомата.
3. Виконання режимів зварювання.
4. Динамічне гальмування двигуна.
5. Тиристорні управління швидкістю подачі дробу.
6. Електронний захист якоря двигуна від перевантаження.
7. Зворотні зв'язки по струму і напрузі якоря.

5 МАТЕРІАЛИ, ІНСТРУМЕНТ, ПРИЛАДИ, ОБЛАДНАННЯ

1. Напівавтомат ПДГ-312 УЗ.
2. Блок управління БУСП-1.
3. Джерело живлення ВДГ-303.
4. Секундомір, лінійка

6 ВКАЗІВКИ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ

1. При вивченні механічних систем апарат необхідно відключати від мережі живлення.

2. Не торкатися електроду, деталей та вузлів, які рухаються, при роботі апарату.
3. Забороняється вмикати апарат без заземлення.

7 ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

1. Підготувати напіваавтомат до роботи.
Підключити до джерела живлення ВДГ-303 трансформатор живлення блоку БУСП-1.
2. Підключити напіваавтомат ПДГ-312УЗ до мережі.
3. Випробувати роботу блоку в режимі настройки
4. За допомогою елементів управління встановити режим роботи, місце управління блоком.
5. Визначити швидкість подачі дроту.
6. Зобразити циклограми і послідовність роботи вузлів.
7. Визначити роботу динамічного гальмування.
8. Скласти схеми окремих вузлів за призначенням викладача.
9. Визначити межі зміни швидкості дроту, величину вильоту дроту при замиканні кнопки «стоп» та інші властивості блоку.

8 ЗМІСТ ЗВІТУ

1. Назва та мета роботи.
2. Призначення блоку.
3. Схема управління двигуном.
4. Схема двигуна.
5. Спрощена схема двигуна.
6. Циклограми роботи в робочих режимах блоку.
7. Схема управління при зварюванні довгими з'єднаннями з поясненням принципу дії окремих вузлів.
8. Принцип гальмування і пристрої для гальмування
9. Принцип включення двигуна і роз'єднання схеми при

виключенні двигуна.

- 10 Принцип динамічного гальмування.
11. Принцип роботи джерела живлення.
12. Принцип подачі газу.
13. Висновки по роботі.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Александров О.Г., Заруба І.І., Пінковський І.В. Будова та експлуатація устаткування для зварювання плавленням. - К: Техніка, 1998. – 176 с.
2. Оборудование для дуговой сварки: Справочное пособие / Под ред. В.В. Смирнова. – Л.: Энергоатомиздат, 1986. – 656 с.
3. Чвортко А.И., Патон В.Е., Тимченко В.А. Оборудование для механизированной дуговой сварки и наплавки. – М.: Машиностроение, 1981. – 264 с.
4. Резницкий А.М., Коцюбинский В.С. Электротехника для сварщиков. – М.: Машиностроение, 1987. – 144 с.