

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
Запорізький національний технічний університет

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до виконання лабораторної роботи №4  
«Дослідження властивостей зварювального випрямляча типу ВСЖ-  
303» з дисципліни «Зварювальні джерела живлення»  
для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» всіх форм навчання

2018

Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи №4 «Дослідження властивостей зварювального випрямляча типу ВСЖ-303» з дисципліни «Зварювальні джерела живлення» для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» всіх форм навчання / Укл. Ю.М. Савонов, О.Є. Капустян. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2018 – 10 с.

Укладачі: Ю.М. Савонов, канд. техн. наук, доцент

О.Є. Капустян, старш. викладач,

Рецензент: А.О. Шумілов, канд. техн. наук, доцент

Редактор: І.П. Аверченко

Відповідальний за випуск: О.Є. Капустян

Затверджено  
на засіданні кафедри ОТЗВ  
Протокол № 6  
від 31.01.2018

Рекомендовано до видання  
НМК ІФФ  
Протокол № 6  
від 13.02.2018

## 1 МЕТА РОБОТИ

Вивчити налагодження та принцип роботи, засоби регулювання режимів зварювання, призначення і технічні дані випрямляча ВСЖ-303. Дослідити випрямляч ВСЖ-303 у режимі холостого ходу та навантаження.

## 2 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

### 2.1 Особливості зварювання у вуглекислому газі

Дуга, що горить у вуглекислому газі, характеризується такими особливостями [1,2]:

- дужий великий стиск стовпу дуги захисним газом;
- утруднення зростання поперечного перегину стовпу дуги;
- зростаюча статична характеристика дуги;
- блукання активних плям по поверхні електроду та виробу;
- необмежене зростання краплі розплавленого металу, її вагання, відштовхування від електроду та виробу;
- короткі замикання та розбризкування розплавленого металу.

У цих умовах виникає необхідність забезпечити стійкість процесу, зварювання не тільки на стадії горіння дуги, але і на стадії короткого замикання при одночасному зменшенні розбризкування розплавленого металу. Як відомо, надійна робота системи саморегулювання забезпечується при живленні зварювальних апаратів від джерел з полого падаючою зовнішньою характеристикою.

Проте, при зварюванні з короткими замиканнями струм короткого замикання повинен бути обмежений, бо основною причиною розбризкування металу є електричний вибух, що приводе до руйнування рідкої перемички між електродом та ванною.

Обмеження величини струму короткого замикання може досягатися різноманітними засобами:

- увімкненням у зварне коло індуктивного опору;
- увімкненням у зварне коло активного опору;
- збільшенням індуктивного опору трансформатора випрямляча.

Останні два засоби призводять до збільшення нахилу зовнішніх характеристик. Як показано в [3, 4] збільшення нахилу зовнішніх характеристик у межах  $(80-120) \cdot 10^{-3}$  В/А не погіршуючи саморегулювання дуги, дозволяє різко зменшити розбризкування розплавленого металу.

Треба, однак, пам'ятати, що збільшення крутизни нахилу зовнішньої характеристики вище зазначених меж призводить до порушення стійкості процесу зварювання у вуглекислому газі. Малий струм короткого замикання призводить до того, що рідка перемичка не встигає зруйнуватися і електродний дріт утикається у ванну.

Зварювальний випрямляч ВСЖ-303 забезпечує можливість регулювання нахилу зовнішньої характеристики у зазначених межах при зварюванні у вуглекислому газі електродним дротом діаметром 1-1,4 мм.

## 2.2 Конструктивна будова та принцип роботи випрямляча ВСЖ-303

Випрямляч ВСЖ-303 призначений для живлення дуги при механізованому зварюванні у вуглекислому газі. Випрямляч (рис. 2.1) складається зі знижуючого трифазного трансформатора ТІ з нормальним магнітним розсіянням, випрямляючого блоку VD1, із шести кремнієвих вентилів, зібраних по трифазній мостовій схемі, стабілізуючого дроселя L, схеми керування, пускорегулюючої, захисної апаратури та вентилятора.

Пологопадаючі зовнішні характеристики, ступінчасте та плавне регулювання зварювальної напруги забезпечуються за рахунок силового трансформатора.

Ступінчасте регулювання робиться поворотним перемикачем Q, шляхом переключення відпайок на вторинній обмотці трансформатора. При цьому змінюється число витків вторинної обмотки.

Схема управління та стабілізації складається з наступних вузлів:

- параметричного вимірювального моста на кремнієвих стабілітронах;
- безконтактного реле на транзисторах;
- вихідного підсилювача;

— кола живлення та зміщення.

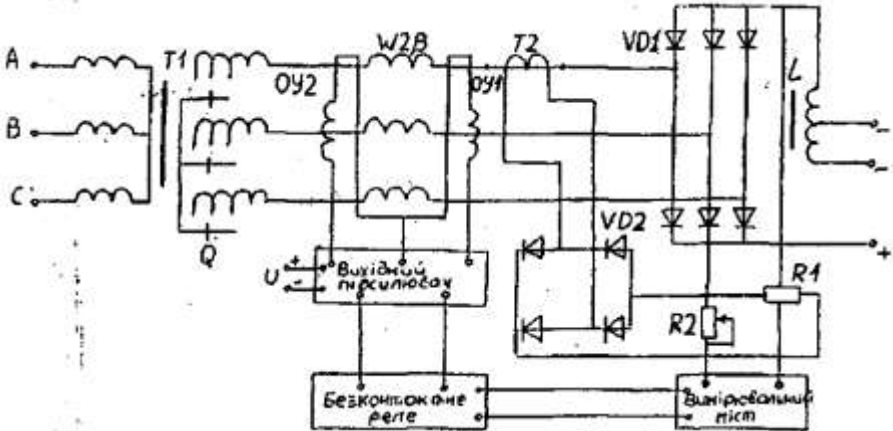


Рисунок 2.1 - Електрична схема випрямляча ВСЖ-303

Схема працює таким чином. Випрямлена напруга, що знімається з випрямляючого блоку VD1, сумується з напругою, що знімається з резистора R1 і пропорційна струму навантаження, і через резистор R2 подається на вхід вимірювального моста. Вихід вимірювального моста, підключений на вхід безконтактного реле, що керує вихідним підсилювачем, який по черзі підключає обмотки управління OY1 та OY2. Напруга холостого ходу випрямляча регулюється резистором R2, при цьому змінюється співвідношення тривалості включення обмоток управління OY1 та OY2.

За допомогою цієї схеми шляхом введення зворотного зв'язку по напрузі здійснюється стабілізація випрямленої напруги, що дозволяє одержати абсолютно жорсткі зовнішні характеристики випрямляча. Робиться це таким чином. Вимірювальний міст на стабілітронах, підключений до вихідної напруги випрямляча. Якщо напруга на виході випрямляча відповідає значенню напруги, то задана за допомогою R2 на виході мосту, напруга дорівнює 0. При цьому безконтактне реле відключене і живлення подається в коло обмотки OY1. Підмагнічування верхнього ярма зменшує вихідну напругу випрямляча. Рівновага вимірювального мосту порушується, на його виході з'являється напруга. При цьому безконтактне реле включиться і отримує живлення обмотка OY2. Напруга на виході випрямляча почне зростати. Далі процес повторюється. При цьому задана напруга дуги

підтримується з точністю  $\pm 0,1$  В.

Вузол корекції служить для регулювання нахилу зовнішніх характеристик, та для введення зворотного зв'язку по струму дуги. Він складається з трансформатору струму Т2, випрямляча VD2 та резистора R1. При включеному вузлі корекції на вимірювальний міст подається сума вихідної напруги та напруги, що пропорційна струму навантаження. Коефіцієнт зворотного зв'язку по струму змінюється переміщенням движка резистора R1, при ньому змінюється нахил зовнішніх характеристик випрямляча.

Стабілізуючий дросель забезпечує оптимальну швидкість зростання струму короткого замикання. Додатково динамічні властивості випрямляча можна регулювати, змінюючи нахил зовнішніх характеристик. При цьому досягається мінімальне розбризкування розплавленого металу.

У випрямлячі передбачений захист (запобіжники, діоди, резистори, конденсатори, реле контролю вентиляції), вентилятор та пускова апаратура (магнітний пускач, сигнальна лампа), що не показані на схемі.

Всі вузли випрямляча змонтовані на каркасі та закриті кожухом. На панелі управління розмішені:

- сигнальна лампа, що сигналізує про наявність напруги на випрямлячі;
- кнопки включення та зупинки випрямлячу "ПУСК" і "СТОП";
- резистор для регулювання нахилу зовнішніх характеристик під навантаженням;
- резистор плавного регулювання напруги на холостому ході і під навантаженням;
- перемикач ступінчастого регулювання напруги;
- перемикач для підтримки шкали регулювання на всіх діапазонах.

Технічні дані випрямляча ВСЖ-303 наведені у таблиці 2.1

Обидва перемикача встановлюються в однакових положеннях.

Включення випрямляча здійснюється натиском кнопки "ПУСК". При цьому вмикається магнітний пускач, що підключає мотор вентилятору до мережі. При правильному напрямку повітряного потоку, створеного вентилятором, вмикається повітряне реле, включається магнітний пускач, що підключає випрямляч до мережі та

загорається сигнальна лампа.

Відключення випрямляча від мережі здійснюється натиском кнопки "СТОП". При цьому сигнальна лампа гасне.

Таблиця 2.1 - Технічні дані випрямлячу ВСЖ-303

№ п/п	Найменування характеристик	Значення
1	Напруга живлення - трифазний перемінний струм частоти 50 Гц, В	380
2	Номінальний зварювальний струм при ПВ = 60 %, А	315
3	Номінальна робоча напруга, В	32
4	Межі регулювання зварювального струму, А	50-315
5	Межі зміни напруги на холостому ході, В	18-48
6	Стабілізація вихідної напруги при коливаннях напруги мережі, В	1
7	Номінальна первинна потужність, кВА	20
8	Коефіцієнт корисної дії, %	77
9	Маса, кг	200

### **3 КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ І КОНТРОЛЮ ПІДГОТОВЛЕНОСТІ СТУДЕНТІВ ДО РОБОТИ**

1. Особливості зварювальної дуги у вуглекислому газі.
2. Вимоги до випрямлячів для зварювання у вуглекислому газі.
3. Будова випрямляча ВСЖ-303.
4. Як формуються зовнішні характеристики випрямлячу ВСЖ-303?
5. Як можна обмежити струм короткого замикання?
6. Послідовність включення випрямляча під навантаження.
7. Ступінчасте та плавне регулювання робочої напруги випрямляча.
8. Як забезпечити стійкість процесу зварювання у вуглекислому газі на стадії короткого замикання?
9. Що дає збільшення нахилу зовнішніх характеристик при

зварюванні у вуглекислому газі?

10. Призначення вузла корекції.

11. Призначення елементів захисту у зварювальних випрямлячах.

#### **4 МАТЕРІАЛИ, ІНСТРУМЕНТ, ПРИЛАДИ, ОБЛАДНАННЯ**

1. Стенд для дослідження.

2. Випрямляч ВСЖ-303.

#### **5 ВКАЗІВКИ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ**

1. При роботі необхідно дотримуватись правил електробезпеки. Пристрій повинен бути заземлений, провідники надійно ізолювані, штепсельні роз'єкти забезпечувати надійний контакт.

2. Не дозволяється проводити огляд, вивчення і ремонт пристрою, коли він знаходиться під напругою.

#### **6 ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ**

6.1 Вивчити налагодження та принцип дії випрямляча ВСЖ-303, призначення окремих вузлів і роботу електричної схеми.

6.2 Дослідити зварювальний випрямляч у режимі холостого ходу та навантаження. Накреслити та зібрати схему підключення приладів для виміру напруги та струму на затисках випрямляча (рис. 6.1). Характеристики вимірювальних приладів занести у таблицю 6.1.

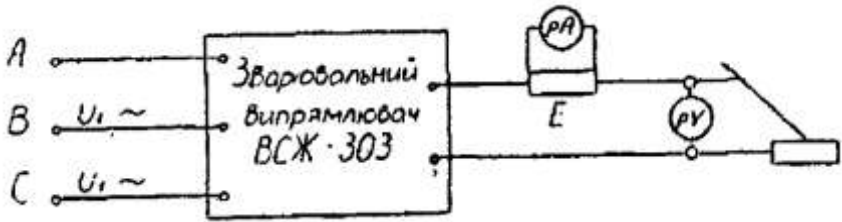


Рисунок 6.1 - Вимірювальна схема

Таблиця 6.1 - Вимірювальні прилади

Назва приладу	Позначення на схемі	Система приладу	Ціна поділки	Клас точності (точність виміру)
---------------	---------------------	-----------------	--------------	---------------------------------

6.3 Включити випрямляч у роботу на холостому ході. Визначити напругу холостого ходу на трьох ступенях регулювання при крайніх положеннях ручки резистора R2 плавного регулювання напруги, дані занести у табл. 6.2.

Таблиця 6.2 - Дослідження холостого ходу

Ступінь регулювання	1		2		3	
Напруга холостого ходу, В	min	max	min	max	min	max

Переключати перемикач ступінчастого регулювання напруги тільки при відключеному навантаженні.

6.4 Зняти зовнішні характеристики випрямляча на трьох ступенях регулювання. Змінюючи струм навантаження за допомогою баластного реостату РБ-301, дані занести у таблицю 6.3.

Таблиця 6.3 - Робота випрямляча у режимі навантаження

Ступінь №	Положення движка R1	Дані експерименту					
1	крайне ліве						
	крайне праве						
2	крайне ліве						
	крайне праве						
3	крайне ліве						
	крайне праве						

Побудувати зовнішні характеристики випрямляча ВСЖ-303.

6.5 Використовуючи отримані графіки, визначити кути нахилу та тангенси куту нахилу зовнішніх характеристик випрямляча. Визначити коефіцієнт стійкості системи „джерело живлення - дуга" і відхилення зварювального струму при зміні довжини дуги і за умови, що зварювальна дуга має жорстку статичну характеристику, а напруженість стовпу дуги при зварюванні в CO<sub>2</sub> складає 2,4 В/мм.

1.6 Визначити діапазон зміни напруг холостого ходу, межі зміни куту нахилу зовнішніх характеристик та дати оцінку зварювально-технологічних властивостей випрямляча ВСЖ-303.

## 7 ЗМІСТ ЗВІТУ

1. Призначення, зварювальні властивості випрямляча, фізичний зміст засобів регулювання напруги.
2. Технічні характеристики випрямляча.
3. Схема та таблиця вимірювальних приладів.
4. Результати випробувань у виді таблиць, графіків, розрахунків, їх аналіз.
5. Висновки по роботі.

## РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Закс М.И. Сварочные выпрямители. - Л.: Энергоатомиздат, 1983. - 94 с.
2. Оборудование для дуговой сварки. Справочное пособие / под ред. В.В. Смирнова. - Л.: Энергоатомиздат, 1986. - 656 с.
3. Потапьевский А.Г. Сварка в защитных газах плавящимся электродом. - М.: Машиностроение, 1974 - 240 с.
4. Заруба И.И. Условие устойчивости процесса сварки с короткими замыканиями // Автоматическая сварка. – 1971. - №2. - С. 1-4.