

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до виконання лабораторних робіт
з дисципліни «Зварювальні джерела живлення»
для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» всіх форм
навчання

2021

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Зварювальні джерела живлення» для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» всіх форм навчання / Укл. Ю.М. Савонов, О.Є. Капустян. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2021. – 81 с.

Укладачі: Ю.М. Савонов, канд. техн. наук, доц.;

О.Є. Капустян, канд. техн. наук;

Рецензент: В.В. Нетребко, д-р техн. наук, проф.

Редактор: І.П. Аверченко

Відповідальний за випуск: О.Є. Капустян

Голова методичної комісії каф. ОТЗВ д. ф. н., проф. С.М. Попов

Затверджено

на засіданні кафедри ОТЗВ

Протокол №12 від 22.06.2021 р.

Рекомендовано до видання

НМК ІФФ

Протокол №10 від 23.06.2021 р.

ЗМІСТ

Лабораторна робота №1 Дослідження властивостей зварювального трансформатора ТД-300	4
Лабораторна робота №2 Дослідження властивостей зварювального трансформатору СТШ-500	11
Лабораторна робота №3 Дослідження властивостей зварювального випрямляча ВД-306	18
Лабораторна робота №4 Дослідження властивостей зварювального випрямляча типу ВСЖ-303	26
Лабораторна робота №5 Дослідження зварювального випрямляча ВДУ-504	34
Лабораторна робота №6 Вивчення принципу дії та визначення зварювальних характеристик джерела живлення УДГУ - 25/DC/АС..	41
Лабораторна робота №7 Вивчення принципу дії та визначення зварювальних характеристик джерела живлення P1COTIG - 140.....	51
Лабораторна робота №8 Вивчення принципу дії та визначення зварювальних характеристик джерел живлення для імпульсно-дугового зварювання	62
Лабораторна робота №9 Дослідження властивостей зварювальних випрямлячів типу вдг із дроселем насичення	70
Вказівки з техніки безпеки.....	79
Рекомендована література	81

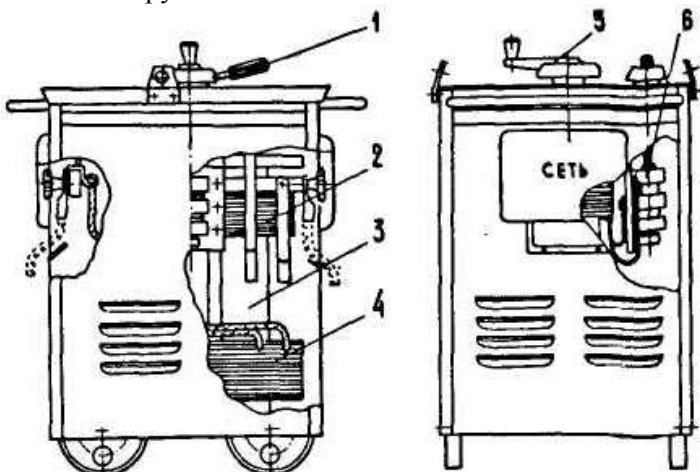
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1 ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЗВАРЮВАЛЬНОГО ТРАНСФОРМАТОРА ТД-300

1.1 Мета роботи

Вивчити конструкцію та принцип дії трансформатора ТД-300. Дослідити трансформатор у режимі холостого ходу, навантаження і короткого замикання.

1.2 Загальні відомості

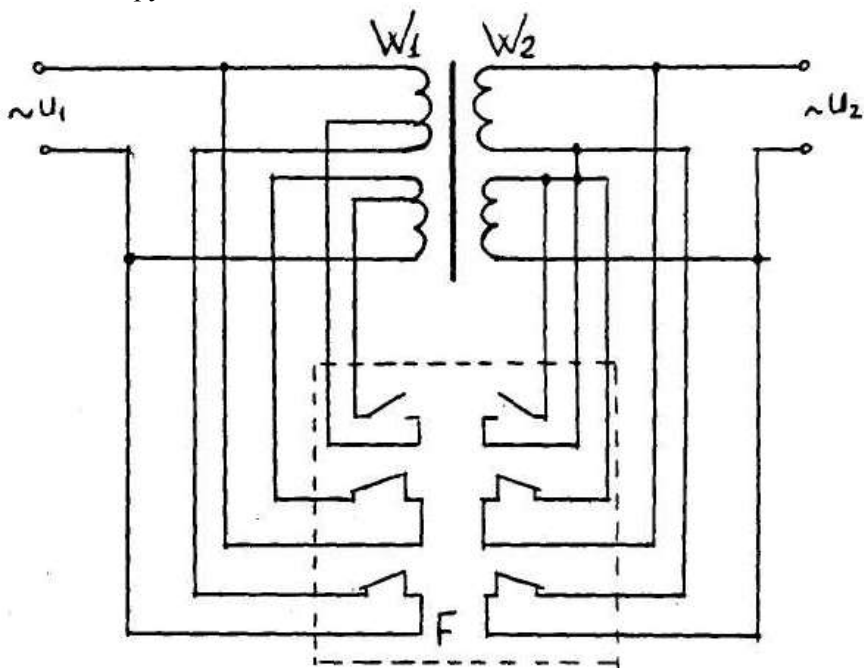
Зварювальний трансформатор ТД-300 (рис. 1.1) призначений для постачання одного зварювального поста при ручному зварюванні металів змінним струмом.



- 1 - рукоятка перемикача діапазонів регулювання зварювального струму;
 2 - котушка вторинної обмотки; 3 – магнітопровід (осердя стержневого типу);
 4 - котушка первинної обмотки; 5 - рукоятка повільного регулювання струму;
 6 - перемикач діапазонів струму

Рисунок 1.1 – Конструктивна схема трансформатора ТД-300

Трансформатор має крутоспадну зовнішню характеристику, яка забезпечується його конструкцією: він зроблений у виді трансформатору із збільшеною індуктивністю розсіювання. Підвищена індуктивність розсіювання створюється шляхом розташування котушок первинної та вторинної обмоток уздовж стержнів осердя на деякій відстані один від одного. Зварювальний струм регулюється переключенням обмоток, чим досягаються два діапазони його регулювання, та зміцненням відстані між первинною та вторинною обмотками, що забезпечує повільне регулювання струму всередині кожного діапазону. Попарне паралельне з'єднання котушок обмоток забезпечує діапазон великих струмів, а послідовне – діапазон малих струмів (рис. 1.2). При послідовному з'єднанні невелика частина витків первинної обмотки вимикається та напруга х.х. збільшується. Це сприяє стабільності горіння дуги при зварюванні на малих струмах.



F - перемикач діапазонів регулювання зварювального струму

Рисунок 1.2 – Принципова електрична схема зварювального трансформатора ТД-300

Технічні дані трансформаторів типу ТДМ (ТД) приведені у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Технічні дані трансформаторів типу ТД

Параметри	ТД-300	ТД-500	ТД-317	ТД-401	ТД-503
Первинна напруга, В	220 або 380				
Номінальна потужність, кВт	19,4	32	19,4	24	32
Сила номінального зварювального струму, А	300	500	315	400	500
Номінальний режим роботи, %	60	60	60	60	60
Номінальна робоча напруга, В	30	40	32,6	38	40
Напруга х.х., В	61 та 79	59 та 73	80	80	80
Межі регулювання сили зварювального струму, А	60-360	100-500	60-360	80-400	90-560
ККД, %	86	88	86	86	88
Коефіцієнт потужності	0,51	0,53	0,56	0,6	0,65
Габаритні розміри, мм:					
довжина	692	765	555	555	555
ширина	620	670	585	585	585
висота	710	835	130	848	888
Маса, кг	135	180	130	145	170

Зближення обмоток досягається зменшення індуктивності розсіювання, що приводить до збільшення зварювального струму. Збільшенням відстані між обмотками досягається зростання індуктивності розсіювання, що приводить до зменшення зварювального струму. Вторинна напруга х.х. трансформатора залежить від відстані між котушками: більша напруга х.х. має місце при зсунутих котушках, менша – при розсунутих.

Обмотки трансформатору мають по дві котушки, розташовані попарно на обох стержнях магнітопроводу. Котушки первинної обмотки нерухомі та закріплені на нижньому ярмі, вторинної – рухомі. Обмотки зроблені з алюмінієвого дроту: котушки первинної обмотки намотані дротом із скляною ізоляцією марки АПСД, вторинної обмотки намотані на «ребро» голою алюмінієвою шиною марки АДО. Крізь верхнє ярмо трансформатора пропущений ходовий гвинт, який угвинчується у ходову гайку, вмонтовану в обійму рухомих вторинних котушок. При обертанні ходового гвинта за

допомогою рукоятки 5, розташованої зверху трансформатору, пересуваються вторинні котушки та тим самим змінюється відстань між обмотками. Діапазони струму встановлюються перемикачем барабанного типу, рукоятка 1 якого виведена на кришку трансформатору. Перемикачі діапазон регулювання струмів під напругою заборонено. Трансформатор необхідно попередньо вимкнути з мережі.

1.3 Контрольні запитання для самоперевірки і контролю підготовленості студентів до роботи

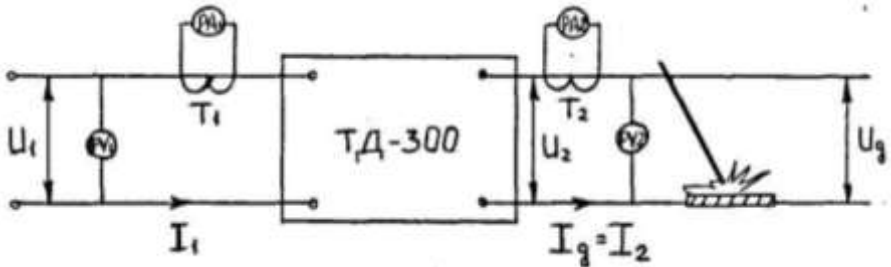
1. Сформулюйте призначення та конструктивну будову трансформатора ТД-300.
2. Розкажіть, який принцип роботи трансформатора та особливості роботи трансформатора у режимі х.х., навантаження, КЗ.
3. Поясніть принцип ступінчастого та повільного регулювання зварювального струму трансформатора ТД-300.
4. Сформулюйте порядок зняття характеристик трансформатора.
5. Наведіть порядок вмикання та характеристику застосування вимірювальних приладів.
6. Поясніть спосіб формування та призначення крутопадаючої зовнішньої характеристики трансформатора ТД-300 для ручного дугового зварювання.

1.4 Матеріали, інструмент, прилади, обладнання

1. Стенд для дослідження.
2. Трансформатор ТД-300.

1.5 Порядок проведення лабораторної роботи

Скласти електричну схему для дослідження трансформатора в різних режимах роботи (рис. 1.3).



$T_1:T_2$ – трансформатори струму; $PA_1:PA_2$ – амперметри; $PV_1:PV_2$ – вольтметри

Рисунок 1.3 – Вимірювальна схема

Заповнити таблиці 1.2 вимірювальних приладів із зазначенням типу та системи, позначень на схемі, межі вимірів, ціни поділки шкали, класу точності.

Таблиця 1.2 – Вимірювальні прилади

Назва приладу	Позначення на схемі	Система приладу	Ціна поділки шкали	Межа вимірів	Клас точності

Досліджувати трансформатор при х.х. Для цього розімкнути рубильники баластного реостату, що використовується у якості навантаження замість дуги. Включити трансформатор та, змінюючи рукояткою відстань між обмотками, виміряти напругу х.х. Результат вимірів занести до таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Дослідження холостого ходу

Номер виміру	Відстань між обмотками, см	Напруга х.х., В

Виміри провести у 5-6 точках, включаючи крайні положення обмоток. Повторити досвід у діапазоні малих (великих) струмів. Перемикання діапазонів виробляти при відключеному від мережі трансформаторі. По даним таблиці 1.3 побудувати залежність напруги х.х. від відстані між котушками. Пояснити отриману залежність.

Досліджувати трансформатор під навантаженням. Включити

діапазон малих струмів. Установити силу струму по струмопоказчику (по узгодженню з викладачем) у межах 100...160 А. Включити трансформатор, починаючи з х.х., збільшувати навантаження трансформатора за допомогою баластного реостату аж до КЗ на вторинних клеммах. Для кожної сили зварювального струму реєструвати зміну параметрів трансформатора на первинній та вторинній обмотках.

Таблиця 1.4 – Робота трансформатора під навантаженням

Діапазон регулювання	№ виміру	Режим навантаження	Напруга мережі, В	Сила первинного струму, А	Напруга дуги, В	Сила струму дуги, А

КЗ досягти способом з'єднання, зварювальних дротів на одній шпильці баластного реостату, попередньо відключивши трансформатор від мережі. По завершенні досліду КЗ відключити трансформатор від мережі та включити навантаження згідно рисунку 1.3. Повторити дослід у діапазоні великих сил струмів (у межах 100...160А). За результатами дослідів побудувати зовнішні характеристики трансформатору.

Досліджувати трансформатор у режимі КЗ. Встановити діапазон малих струмів та мінімальний струм трансформатору по струмопоказчику. Замкнути зварювальні дроти накоротко на одній шпильці баластного реостату, щільно затягти контакт. Включити трансформатор. Змінюючи положення обмоток, виміряти силу струму короткого замикання у вторинній обмотці у 5-6 точках. Результати вимірів занести у таблиці 1.5.

Таблиця 1.5 – Дослідження короткого замикання

Номер виміру	Відстань між обмотками, см	Сила струму короткого замикання, А

По закінченні експерименту:

- відключити трансформатор від мережі та привести трансформатор та електричну схему у початковий стан;
- будувати криву залежності струму КЗ від відстані між обмотками;
- пояснити вид одержаної регулюючої характеристики трансформатору.

1.6 Зміст звіту

1. Найменування та мета роботи, номер групи та прізвище студента.
2. Електрична схема трансформатора, його технічні характеристики.
3. Вимірювальна схема та характеристики приладів, що використовуються.
4. Результати випробувань у виді таблиць, графіків: розрахунки, пояснення до них, згідно методичних вказівок.
5. Аналіз зварювально-технологічних властивостей трансформатора.
6. Висновки по роботі.

1.7 Рекомендована література

[1-3].

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №2 ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЗВАРЮВАЛЬНОГО ТРАНСФОРМАТОРУ СТШ-500

2.1 Мета роботи

Вивчити конструкцію і принцип дії трансформатору СТШ-500. Дослідити трансформатор у режимі холостого ходу, навантаження і короткого замикання.

2.2 Загальні відомості

Зварювальний трансформатор СТШ-500, призначений для живлення одного поста при ручному і автоматичному дуговому зварюванні, різанні і наплавленні. Трансформатор однофазний, в однокорпусному виконанні, з розвиненим магнітним розсіюванням, регульованим рухливими магнітними шунтами. Зовнішня характеристика трансформатора падаюча. Трансформатор складається з магнітопроводу, котушок первинної та вторинної обмоток. Магнітопровід закріплюється до зварювальної рами з колесами і зачиняється кожухом та кришкою. На лицьовій стінці кожуха є струмовкажчик значення зварювального струму. На бокових стінках розташовані й зачинені захисними кришками клемники для з'єднання до зварювальних проводів та увімкнення трансформатора до мережі. Для зниження перешкод радіоприйому трансформатор обладнаний ємнісним фільтром із двох конденсаторів, які підключені між кожним затискачем первинної обмотки й кожухом. Для зручності переміщення у трансформаторі є рим-болт і рукоятка. Трансформатор з рухомим магнітним шунтом (рис. 2.1) має нерухомі первинну w_1 і вторинну w_2 обмотки, стержневий магнітопровід 1 і магнітний шунт 2, що складається з двох рухомих частин 4 та 5. Кожна обмотка має по дві котушки, розташованих на різних стержнях. Первинна і вторинна обмотки розташовані на великій відстані одна від одної. Між ними є магнітний шунт, що складається з двох половинок, які зближуються

або віддаляються одна від одної при роботі гвинтового приводу 3. Магнітний шунт розташований на шляху проходження потоку розсіювання Φ_{p1} і Φ_{p2} . Змінюючи величину повітряного зазору l_B між половинками шунта, змінюють величину магнітного опору проходженню потоків розсіювання.

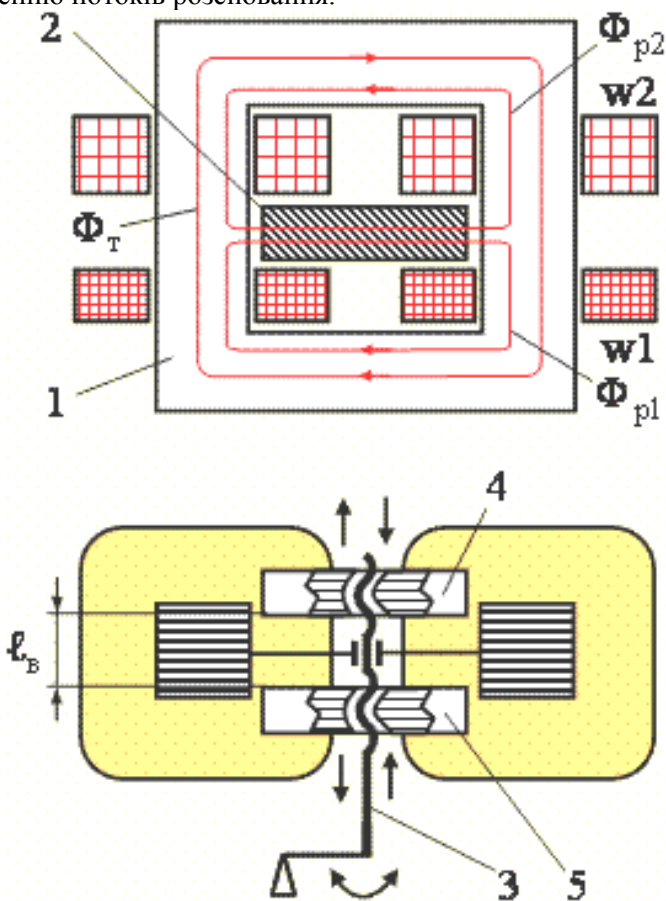


Рисунок 2.1 – Конструкція трансформатора з рухомих магнітним шунтом

У зв'язку з тим, що первинна та вторинна котушки рознесені одна відносно другої, з'являються значні потоки розсіювання Φ_{p1} і Φ_{p2} . Конструкція трансформатора аналогічна конструкції трансформатора з рухомими обмотками - має підвищений внутрішній

індуктивний опір.

Падаюча зовнішня характеристика у трансформатора з рухомим магнітним шунтом виходить за рахунок підвищеного магнітного розсіювання завдяки розміщенню первинної і вторинної обмоток на значній відстані одна від одної. Основна відмінність цього типу трансформатора полягає в способі зміни індуктивного опору X_t , яке визначається величиною потоку розсіювання. Величина потоків розсіювання Φ_{r1} і Φ_{r2} визначається зміною магнітного опору R_{mL} , яка залежить від величини зазору l_v між половинками шунта (4 і 5). Наприклад, при розсуванні шунта потоки розсіювання замикаються по повітрю і отже, магнітний опір шунта R_{mL} збільшується, а потоки розсіювання, ЕРС самоіндукції обмоток E_{p1} , E_{p2} і індуктивний опір зменшуються, а струм I_2 збільшується.

У трансформаторах з рухомим шунтом забезпечується плавноступінчате регулювання: за рахунок магнітного шунта - плавно, за рахунок зміни схеми з'єднання котушок – східчато (3, 4 ступені).

Серійно випускалися трансформатори з рухомим магнітним шунтом типу СТШ-250 і СТШ-500, призначені для роботи в монтажних умовах.

Трансформатор виготовляється на одну первинну напругу 380 В або 220 В. Котушки первинної й вторинної обмоток з'єднуються паралельно незалежно від напруги мережі.

Таблиця 2.1 – Технічні дані СТШ-500

Напруга мережі живлення, В	220, 380
Номінальний зварювальний струм, А	650 (ПН = 35 %)
	500 (ПН = 60 %)
	387 (ПН = 100 %)
Межі регулювання зварювального струму, А	145–650
Номінальна напруга холостого ходу, В	60
Номінальна робоча напруга, В	30
Номінальна потужність, кВА	33
Габаритні розміри, мм (L × B × H)	670 × 666 × 753
Вага, кг	220

2.3 Контрольні запитання для самоперевірки і контролю підготовленості студентів до роботи

1. Розкажіть, яке призначення і будова трансформатору СТШ-500.
2. Сформулюйте принцип дії трансформатору та роботу трансформатора за трьома режимами: холостий хід, навантаження, коротке замикання.
3. Поясніть, яким чином відбувається регулювання зварювального струму трансформатора СТШ-500.
4. Назвіть порядок зняття характеристики трансформатору.
5. Поясніть, яке фізичне явище закладене в основу роботи трансформатора?
6. Скажіть, яку зовнішню характеристику має трансформатор з рухомим магнітним шунтом?
7. Поясніть, що представляє собою коефіцієнт магнітного зв'язку трансформатора K_m ?
8. Скажіть, чим визначається кут нахилу зовнішньої характеристики трансформатора?
9. Поясніть принцип роботи і формування зовнішньої характеристики трансформатора з рухомим шунтом.
10. Скажіть, які фізичні величини приймають участь у передачі потужності від первинної до вторинної обмоток трансформатора?
11. Опишіть конструкцію та принцип дії магнітного шунта?

2.4 Матеріали, інструмент, прилади, обладнання

1. Стенд для дослідження.
2. Трансформатор СТШ-500.

2.5 Порядок проведення лабораторної роботи

Скласти електротехнічну схему для дослідження трансформатора у різноманітних режимах роботи (рис. 2.2).

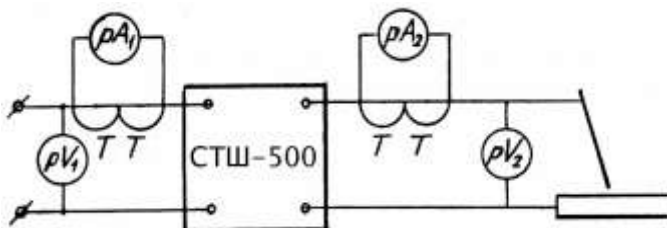


Рисунок 2.2 – Схема включення вимірювальних приладів

Скласти таблицю вимірювальних приладів з указівкою на тип і систему, межі вимірів, ціни поділки, клас точності.

Таблиця 2.2 – Вимірювальні прилади

Назва приладу	Позначення на схемі	Система приладу	Ціна поділки шкали	Межа вимірів	Клас точності

Дослідити трансформатор на холостому ході. Для цього розімкнути вимикач баластного реостату, який використовується у ролі навантаження замість дуги. Увімкнути трансформатор і, змінюючи за допомогою рукоятки розташування магнітних шунтів, зробити заміри напруги холостого ходу. Результати вимірювань занести у таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Дослідження холостого ходу

Номер заміру	Відстань між шунтами, см	Напруга холостого ходу, В

Заміри провести в 5...6 точках, взявши до уваги крайні положення шунтів. За даними таблиці 2.3 збудувати залежність напруги холостого ходу від відстані між шунтами.

Дослідити трансформатор під навантаженням (рис. 2.2). Встановити струм за струмовкажчиком (за узгодженням із викладачем) у діапазоні 165...200 А. Увімкнути трансформатор. Починаючи із холостого ходу, поступово збільшити навантаження трансформатору за допомогою баластного реостату аж до К.З. на вторинних клеммах. Для кожного значення зварювального струму реєструвати зміни параметрів трансформатору на первинній та вторинних обмотках. Результати замірів занести до таблиці 2.4.

Повторити дослід для іншого розташування шунтів. Для цього встановити нове значення струму за струмовкажчиком (але не більш, як 300 А). За результатами іспитів збудувати зовнішні характеристики

трансформатору. Пояснити характер змінювання одержаних кривих. Визначити крутизну нахилу зовнішньої характеристики при номінальній напрузі на дузі 30 В. Визначити відхил струму при змінюванні довжини на 1 мм за умовою, що статична характеристика дуги має жорстку форму, а напруженість стовпа дуги складає 2,5 В/мм. Пояснити характер зміни струму у первинній обмотці трансформатору під навантаженням.

Таблиця 2.4 – Робота трансформатора під навантаженням

№ виміру	Режим навантаження	Напруга мережі, В	Сила первинного струму, А	Напруга дуги, В	Сила струму дуги, А
1	Холостий хід				
2-7	Навантаження				
8	К.З.				

Дослідити трансформатор у режимі короткого замикання. Встановити мінімальний струм трансформатору за струмовкажчиком. Перемкнути зварювальні дроти накоротко на одній шпильці баластного реостату, щільно затягнути контакт. Увімкнути трансформатор. Змінюючи розташування магнітних шунтів, провести заміри струму К.З. у вторинних обмотках. Результати вимірювань занести до таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 – Дослід короткого замикання

№ виміру	Відстань між шунтами, см	Сила струму К.З., А

Зробити заміри у 5...6 точках, дивлячись за тим, щоб значення струму К.З. не перевищило межу замірів амперметрів. По закінченню експерименту привести трансформатор і електричну схему у початкове положення. Збудувати криву залежності струму короткого замикання, від відстані поміж шунтами. Пояснити здобуту регульовочну характеристику трансформатору. Визначити індуктивний опір трансформатору для різноманітних положень шунтів. Збудувати криву змінення індуктивного опору в залежності від відстані поміж шунтами. Використовуючи рівняння зовнішньої характеристики й значення індуктивного опору для одного із розташувань шунтів, розрахувати напругу на дузі, завдаючи струм навантаження. Збудувати зовнішню характеристику за розрахунковими даними; порівняти із зовнішньою характеристикою,

одержаною експериментальним шляхом.

2.6 Зміст звіту

1. Найменування та мета роботи, номер групи та прізвище студента.
2. Електромагнітна схема трансформатора, його технічні характеристики.
3. Електрична схема і перелік вимірювальних приладів.
4. Результати досліджень у вигляді таблиць, графіків та пояснень до них.
5. Аналіз отриманих даних.
6. Висновки по роботі.

2.7 Рекомендована література

[1, 4-6].

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №3 ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЗВАРЮВАЛЬНОГО ВИПРЯМЛЯЧА ВД-306

3.1 Мета роботи

Вивчити конструкцію та принцип дії випрямляча ВД-306. Дослідити випрямляч у режимі холостого ходу, навантаження і короткого замикання.

3.2 Загальні відомості

Зварювальний випрямляч ВД-306 служить для живлення одного зварювального поста при ручному дуговому зварюванні металу постійним струмом. Випрямляч ВД-306 (рис. 3.1) складається із силового знижувального трифазного трансформатору 5 з нерухомими вторинними обмотками та рухомими первинними обмотками та випрямного блоку 1 з вентилятором 3, змонтованих на візку з колесами та закритим кожухом. Усередині кожуха містяться також блок пускової та захисної апаратури 4, запобіжники, реле контролю вентиляції, перемикач діапазонів зварювального струму. На лицьовій панелі випрямляча розташовані амперметр 6, сигнальна лампа 7, кнопки вимикача ПУСК та СТОП 8, рукоятка перемикача діапазонів 10, шини заземлення зварювального дроту 11, струмові роз'єднувачі зварювального кола 12, болт заземлення 13, штепсельний роз'єднувач для приєднання мережі 14. Над кришкою випрямляча знаходяться рукоятка повільного регулювання струму 9. Для переміщення випрямляч забезпечений двома висувними ручками та підймальними дужками. Крім того випрямляч має оглядове вікно та струмопоказчик, вимірювальний шунт, магнітний підсилювач допоміжний трансформатор, реле змінного струму, захисний мікровимикач, резистори. Напруга із падаючою зовнішньою характеристикою необхідна при ручному зварюванні та регулюванні

зварювального струму забезпечується трифазним силовим трансформатором із підвищеною індуктивністю розсіювання, яка створюється шляхом розташування первинної та вторинної обмоток трансформатору удовж стержнів осердя на деякій відстані один від одного.

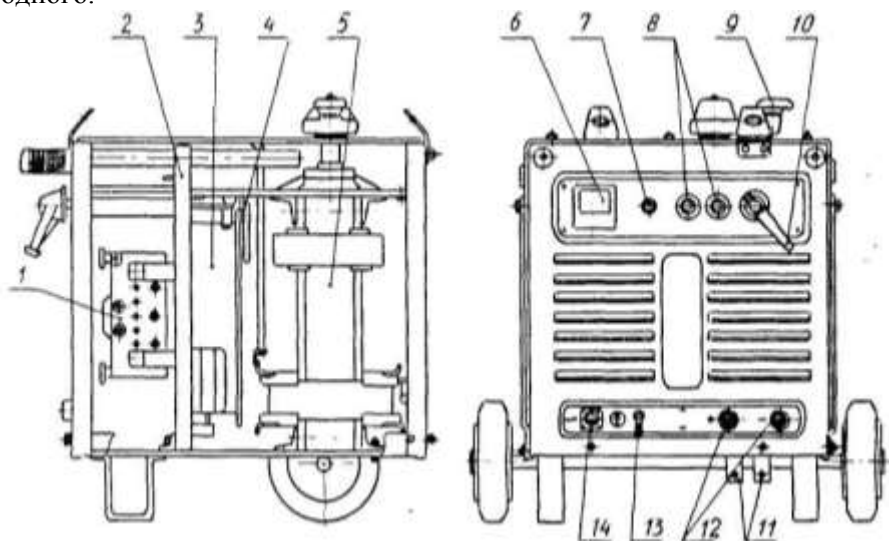


Рисунок 3.1 – Зовнішній вид випрямляча

Випрямляч ВД-306 має два діапазони регулювання зварювального струму. Діапазон малих струмів одержують при з'єднанні первинної та вторинної обмоток трансформатору зіркою. Діапазон великих струмів одержують при з'єднанні первинної та вторинної обмоток трансформатору трикутником. Перемикання діапазонів зварювального струму здійснюється перемикачем діапазонів струму. Повільне регулювання зварювального струму всередині кожного діапазону провадиться шляхом зміни відстані між первинними та вторинними обмотками. При зближенні обмоток індуктивність розсіювання зменшується, зварювальний струм збільшується. При збільшенні відстані між обмотками індуктивність розсіювання збільшується, зварювальний струм зменшується. Обмотки трансформатору виконані алюмінієвим дротом зі скляною ізоляцією. Для міжшарової ізоляції котушок використана склострічка. Кінці котушок армовані міддю. Котушки первинної обмотки – рухомі та встановлені у спеціальні обойми, котрі забезпечують їх ізоляцію від

осердя. Котушки вторинної обмотки нерухомі, закріплені біля верхнього яра та ізолювані від осердя пресованими укладками. Осердя трансформатора зібране з лакованих листів холоднокатаної електротехнічної сталі. Крізь верхнє яро пропущений ходовий гвинт. При обертанні рукоятки, яка знаходиться зверху випрямляча, здійснюється переміщення первинних котушок і, тим самим, повільно регулюється зварювальний струм. Випрямний блок складається із шести діодів, зібраних по трифазній схемі випрямлення. Вентиляція випрямляча – повітряна примусова. Вентилятор приводиться до обертання трифазним асинхронним двигуном М (рис. 3.2).

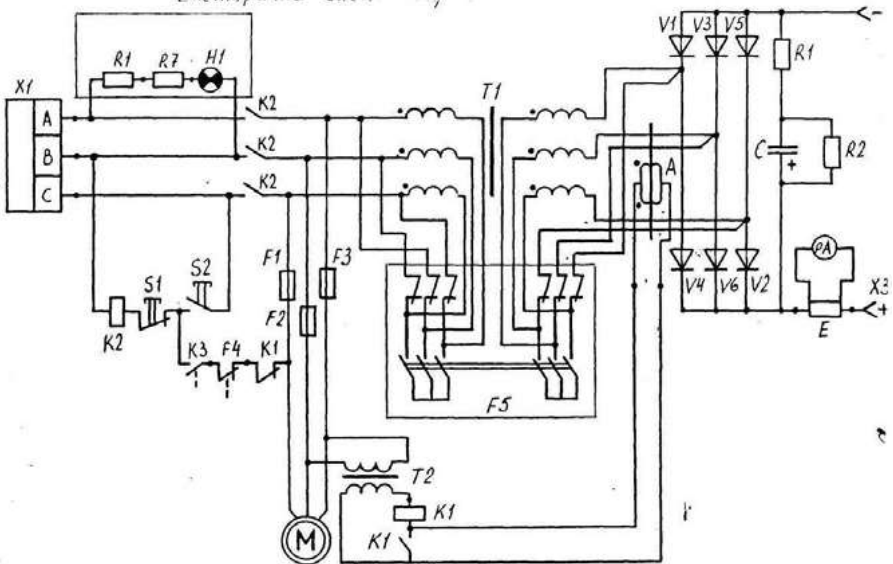


Рисунок 3.2 – Електрична схема випрямляча

Нормальна робота системи вентиляції забезпечується за допомогою реле контролю вентиляції К3. При порушенні вентиляції реле К3 розриває коло котушки пускача К2, який вимикає випрямляч від мережі. Двигун вентилятора та допоміжний трансформатор Т2 захищені запобіжниками F1-F3.

Для захисту випрямного блоку від комутаційних перенапружень на виході випрямляча ввімкнене захисне RC-коло, яке складається з активних опорів R2, R3 та конденсатора C1. Пуск випрямляча здійснюється кнопкою вимикача ПУСК 2. При натискуванні кнопки спрацьовує магнітний пускач К2, контакти якого підключають

випрямляч до мережі. Кнопку ПУСК необхідно утримувати в натиснутому стані до тих пір, поки не почнеться обертання вентилятора та не спрацює реле КЗ. Вимикання зварювального випрямляча здійснюється натисканням кнопки вимикача СТОП 1. Випрямляч забезпечений захистом, який відключає його від мережі при виході із строю одного з діодів випрямного блоку або при пробіі на корпус вторинної обмотки силового трансформатору. Захист складається з магнітного посилювача А1, допоміжного трансформатору Т2 та електромагнітного реле К1 перемінного струму.

Таблиця 3.1 – Технічні дані випрямлячів типу ВД для ручного зварювання

Параметри	ВД-201	ВД-306	ВД-401
Сила номінального зварювального струму, А	200	315	400
Номінальний режим роботи, ПН, %	60	60	60
Номінальна робоча напруга, В	28	32	36
Напруга х.х., В	70	70	80
Межі регулювання сили зварювального струму, А	30-200	45-315	50-450
Номінальна потужність, кВт	15	21	28
ККД, % не менше	60	72	69
Габаритні розміри, мм			
довжина	716	785	772
ширина	622	780	770
висота	755	795	785
Маса, кг не більше	120	164	200

Обмоткою управління магнітного посилювача правлять чотири фазних проводи двох фаз вторинних котушок силового трансформатору, які проходять крізь вікно тороїдального осердя посилювача. При пробіі одного з діодів зростає струм в обмотках управління посилювача. Посилювач переходить у насичений стан, його опір падає у вторинному колі трансформатору Т2 струм збільшується, при цьому спрацьовує електромагнітне реле К1, контакт К1.2 обриває коло живлення котушки магнітного пускачу К2 та випрямляч відключається від мережі. Перемикач діапазонів зварювального струму здійснюється перемикачем F5 при вимкненому випрямлячі. У перемикач діапазонів вмонтований мікрОВИМКАЧ F4.

Якщо перемикання діапазонів регулювання здійснюється при увімкненому випрямлячі, контакт мікрореле F4 обриває коло живлення котушки пускача K2 та випрямляч відключається від мережі. Про включення випрямляча до мережі сигналізує лампочка Н1. Значення зварювального струму реєструється амперметром рА, підключеним до шунта Е2 у вторинному колі випрямленого струму випрямляча. Роз'єм Х1 призначений для підключення випрямляча до трифазної мережі змінного струму роз'єднання Х2 та Х3 – для підключення зварювального кола.

3.3 Контрольні запитання для самоперевірки і контролю підготовленості студентів до роботи

1. Скажіть, яке призначення та конструктивна будова зварювального випрямляча ВД-306.
2. Назвіть елементи електричної схеми випрямляча та способи захисту вентилів від перевантажень.
3. Скажіть, що представляє собою ступінчасте та повільне регулювання зварювального струму випрямляча ВД-306.
4. Сформулюйте порядок зняття характеристик трансформатору.
5. Поясніть, яка характеристика застосування вимірювальних приладів.
6. Сформулюйте, який спосіб формування та призначення крутопадаючої зовнішньої характеристики випрямлячів типу ВД-306 для ручного дугового зварювання.

3.4 Матеріали, інструмент, прилади, обладнання

1. Стенд для дослідження.
2. Випрямляч ВД-306.

3.5 Порядок проведення лабораторної роботи

Скласти електричну схему для дослідження випрямляча ВД-306 у різних режимах роботи (рис. 3.3).

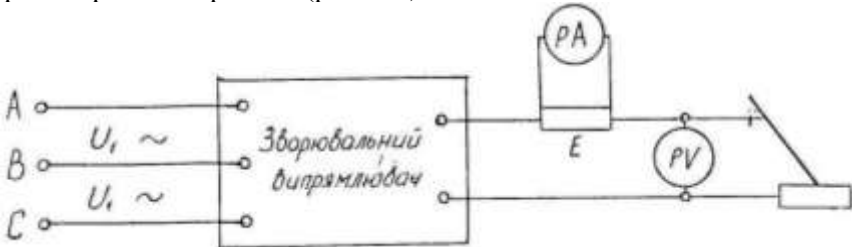


Рисунок 3.3 – Вимірювальна схема

Заповнити таблиці 3.2 вимірювальних приладів.

Таблиця 3.2 – Вимірювальні прилади

Назва приладу	Позначення на схемі	Система приладу	Ціна поділки шкали	Межа вимірів	Клас точності

Досліджувати випрямляч при холостому ході. Для цього розімкнути рубильники баластного реостату, використаного в якості навантаження замість дуги. Увімкнути випрямляч в мережу та, змінюючи за допомогою рукоятки відстань між обмотками, зробити заміри напруги х.х. Результати вимірів занести в таблиці 3.3.

Повторити дослідження у діапазоні малих/великих струмів. Перемикання діапазонів здійснювати при вимкненому від мережі випрямлячі. По даним таблиці 3.3 побудувати залежність напруження холостого ходу від відстані між котушками. Пояснити одержану залежність.

Таблиця 3.3 – Дослідження холостого ходу

Номер виміру	Відстань між обмотками, см	Напруга х.х., В

Досліджувати випрямляч під навантаженням. Увімкнути діапазон малих струмів. Установити струм по струмопоказнику (по узгодженню з викладачем) в межах 100-160 А. Увімкнути випрямляч в мережу. Починаючи з холостого ходу, за допомогою баластного реостату, збільшувати навантаження випрямляча впритул до короткого замикання на вторинних клеммах. Для кожного значення

зварювального струму реєструвати змінення напруження випрямляча на вторинних клеммах. Результати вимірів занести в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Робота випрямляча під навантаженням

Діапазон регулювання	№ виміру	Режим навантаження	Напруга дуги, В	Сила струму дуги, А

Коротке замикання здійснювати з'єднанням зварювальних проводів на одній шпильці баластного реостату, на перше відключити випрямляч від мережі. По завершенні дослідження короткого замикання відключити випрямляч от мережі та включити навантаження, згідно рисунку 3.3. Повторити дослідження в діапазоні великих струмів (в межах 160-200 А). По результатам іспитів збудувати зовнішні характеристики випрямляча ВД-306. Пояснити характер змінення одержаних кривих.

Досліджувати випрямляч у режимі короткого замикання. Установити діапазон малих струмів та мінімальний струм випрямляча по струмопоказчику. Замкнути зварювальні дроти накоротко на одній шпильці баластного реостату, щільно затягти контакт. Включити випрямляч. Змінюючи положення обмоток трансформатора випрямляча провести замір струму короткого замикання у вторинній обмотці. Результати вимірів занести у таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 – Дослідження холостого ходу

Номер виміру	Відстань між обмотками, см	Сила струму короткого замикання, А

По закінченні експерименту відключити випрямляч від мережі та привести електричну схему в початковий стан. Збудувати криву залежності струму короткого замикання від відстані між обмотками. Пояснити вид одержаної регуліровочної характеристики випрямляча.

3.6 Зміст звіту

1. Найменування та мета роботи, номер групи та прізвище студента.
2. Електрична схема випрямляча ВД-306, його технічні

характеристики.

3. Вимірювальна схема та характеристики приладів, що використовувалися.

4. Результати випробувань у виді таблиць, графіків.

5. Аналіз зварювально-технологічних властивостей випрямляча ВД-306

6. Висновки по роботі.

3.7 Рекомендована література

[1,2].

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №4 ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЗВАРЮВАЛЬНОГО ВИПРЯМЛЯЧА ТИПУ ВСЖ-303

4.1 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.

4.2 Загальні відомості

4.2.1 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.

4.2.2 Конструктивна будова та принцип роботи випрямляча ВСЖ-303

Випрямляч ВСЖ-303 призначений для живлення дуги при механізованому зварюванні у вуглекислому газі. Випрямляч (рис. 4.1) складається зі знижуючого трифазного трансформатору 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 трансформатору.

Ступінчасте регулювання робиться поворотним перемикачем Q, шляхом переключення відпайок на вторинній обмотці трансформатору. 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.

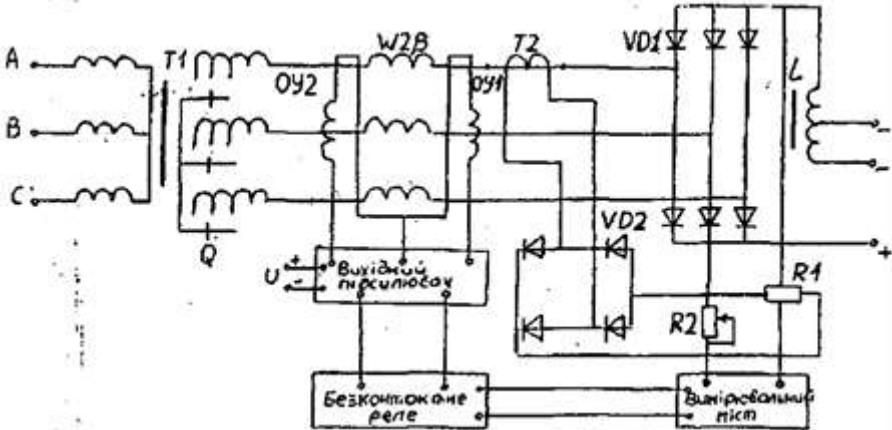


Рисунок 4.1 – Електрична схема випрямляча ВСЖ-303

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 ОУ2. 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 4.1.

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 4.1 – 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

4.3 Контрольні запитання для самоперевірки і контролю підготовленості студентів до роботи

1. Назвіть особливості зварювальної дуги у вуглекислому газі.
2. Сформулюйте вимоги до випрямлячів для зварювання у вуглекислому газі.
3. Опишіть будову випрямляча ВСЖ-303.
4. Поясніть, як формуються зовнішні характеристики випрямлячу ВСЖ-303?
5. Скажіть, як можна обмежити струм короткого замикання?
6. Поясніть, яка послідовність включення випрямляча під навантаженням?
7. Сформулюйте, що представляє собою ступінчасте та плавне регулювання робочої напруги випрямляча?

8. Скажіть, яким чином можливо забезпечити стійкість процесу зварювання у вуглекислому газі на стадії короткого замикання?

9. Поясніть, що дає збільшення нахилу зовнішніх характеристик при зварюванні у вуглекислому газі?

10. Сформулюйте, яке призначення вузла корекції?

11. Скажіть, яке призначення елементів захисту у зварювальних випрямлячах?

4.4 Матеріали, інструмент, прилади, обладнання

1. Стенд для дослідження.
2. Випрямляч ВСЖ-303.

4.5 Порядок проведення лабораторної роботи

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

Дослідити зварювальний випрямляч у режимі холостого ходу та навантаження. Накреслити та зібрати схему підключення приладів для виміру напруги та струму на затисках випрямляча (рис. 4.2). Характеристики вимірювальних приладів занести у таблицю 4.2.

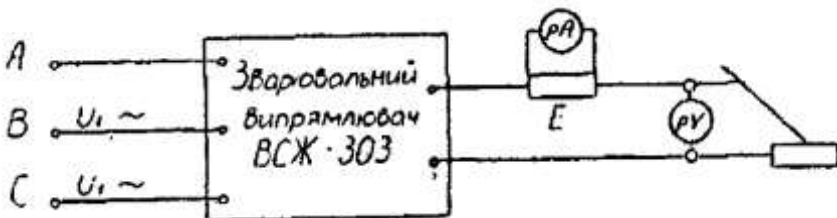


Рисунок 4.2 – Вимірювальна схема

Таблиця 4.2 – Вимірювальні прилади

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

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 таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 – 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.

Зняти зовнішні характеристики випрямляча на трьох ступенях регулювання. Змінюючи струм навантаження за допомогою баластного реостату РБ-301, дані занести у таблицю 4.4.

Таблиця 4.4 – 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.

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 CO₂ складає 2,4 В/мм.

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

4.6 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.

4.7 Рекомендована література

[7-10].

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №5

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗВАРЮВАЛЬНОГО ВИПРЯМЛЯЧА

ВДУ-504

5.1 Мета роботи

Вивчити конструкцію та принцип дії зварювального випрямляча ВДУ-504, по результатам випробувань визначити зварювальні характеристики випрямляча.

5.2 Загальні відомості

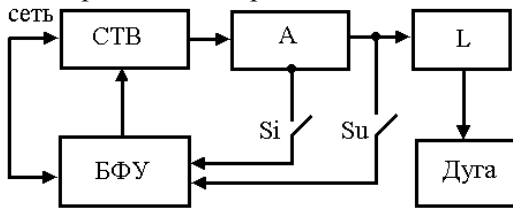
Випрямляч ВДУ-504-УЗ називається універсальним, так як він може працювати як з падаючими, так і з жорсткими зовнішніми характеристиками. Він призначений для однопостового механізованого зварювання випрямленим струмом в середовищі вуглекислого газу і під флюсом, а також для ручного дугового зварювання штучними електродами.

Випрямляч складається з силового трифазного трансформатора стрижневого типу (обмотки виконані алюмінієвим дротом) з пускатчем і перемикачем обмоток з трикутника на зірку, силового блоку тиристорів, зрівняльного реактора, дроселя зварювального кола, магнітного підсилювача, мережевого автоматичного вимикача, блоку управління, блоку апаратури, блоку захисту електродвигуна вентилятора, дистанційного пульта управління, смісного фільтра захисту від перешкод радіотрансляції.

Універсальний випрямляч ВДУ-504 забезпечує плавне дистанційне регулювання зварювального струму і напруги на дузі, стабілізацію встановленого режиму зварювання і вихідних параметрів при змінах напруги мережі як при падаючих, так і при жорстких зовнішніх характеристиках. Випрямляч працює при примусовому повітряному охолодженні.

Функціональна блок-схема випрямляча наведена на рисунку 5.1,

а на рисунку 5.2 – спрощена електрична схема.



СТВ - силовий тиристорний випрямляч; БФУ- блок управління; А - магнітний підсилювач - датчик струму; L - лінійний дросель; Si, Su - вимикачі, умовно визначають наявність (вкл.) або відсутність (викл.) зворотного зв'язку по струму або напрузі відповідно

Рисунок 5.1 – Функціональна блок-схема випрямляча

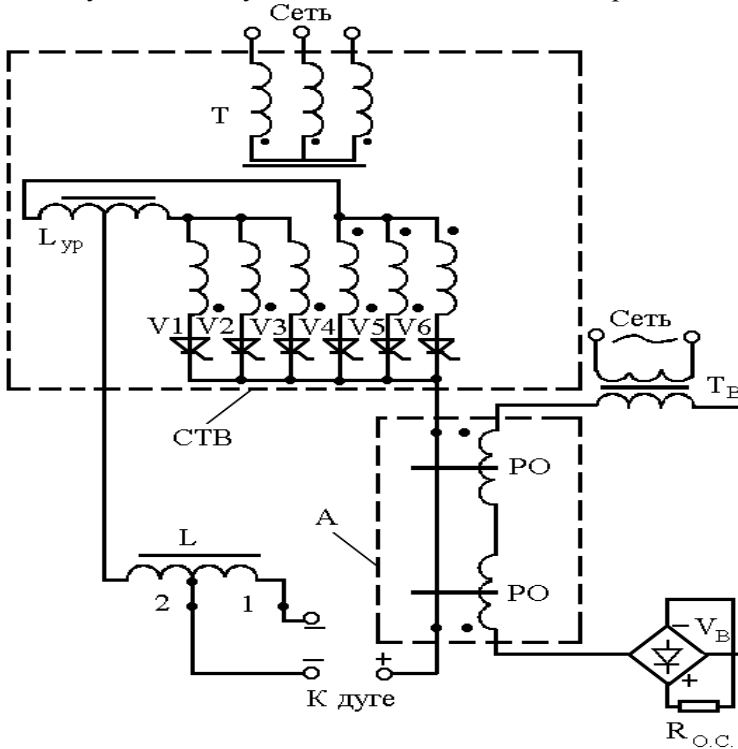


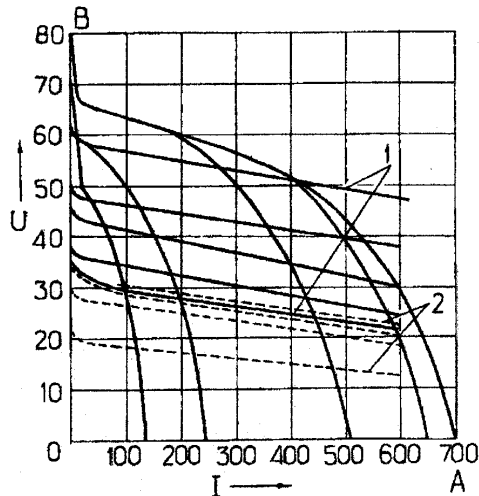
Рисунок 5.2 – Спрощена електрична схема

У блок СТВ випрямляча (рис. 5.1) входить трансформатор Т з двома вторинними обмотками, з'єднаними в дві зворотні зірки через

зрівняльний реактор $L_{ур}$, а також силові тиристори V1-V6. Первинна обмотка може бути з'єднана як в трикутник, так і в зірку за допомогою спеціального перемикача (на рисунку 5.1 він умовно не показаний).

З'єднання в трикутник здійснюється при роботі випрямляча з падаючими зовнішніми характеристиками і на першій ступені регулювання при роботі з жорсткими зовнішніми характеристиками; з'єднання в зірку здійснюється на другому ступені регулювання при роботі з жорсткими зовнішніми характеристиками.

Сполучені аноди випрямляючих тиристорів V1-V6 утворюють позитивний клему (+) випрямляча, негативна клему (-) є середня точка зрівняльного реактора $L_{ур}$. Лінійний дросель L згладжує пульсації випрямленої струму і зменшує розбрикування металу при зварюванні. Дросель має дві клеми: клему 1 відповідає більшій індуктивності і використовується при роботі з падаючими зовнішніми характеристиками і на першій ступені регулювання при роботі з жорсткими характеристиками; клему 2 відповідає меншій індуктивності і використовується на другому ступені регулювання при роботі з жорсткими характеристиками (рис. 5.3).



1 – перша ступень; 2 – друга ступень

Рисунок 5.3 – Вольт-амперна характеристика випрямляча

Для отримання падаючих зовнішніх характеристик у випрямлячі використовується зворотний зв'язок по току. Вимикач S_i при цьому повинен бути включений. Як датчик зварювального струму

використовують магнітний підсилювач А на тороїдальних сердечниках. Через вікна сердечників пропущений провід, по якому йде випрямлений зварювальний струм. Цей провід зі струмом є обмоткою управління магнітного підсилювача. Робочі обмотки магнітного підсилювача РВ включені послідовно з однофазним випрямляючим мостом V8 на вторинну напругу допоміжного трансформатора Тв. Сигнал зворотного зв'язку, пропорційний зварювального струму, знімається з резистора Rо.с.

Для отримання жорстких зовнішніх характеристик використовується зворотний зв'язок по випрямленій вихідній напруги (вимикач Su - включений). Схема блоку фазового управління (БФУ) тиристорами побудована за принципом вертикального управління і складається з трьох основних вузлів:

- формувача шестифазний синусоїдальної напруги;
- формувача постійної напруги управління;
- формувача і підсилювача управляючих сигналів.

Блок управління змонтований у випрямлячі, і на ньому встановлені допоміжні трансформатори, логічні елементи, конденсатор-тори, резистори, напівпровідникові прилади. На лицьовій панелі блоку встановлені: пускова кнопка випрямляча, амперметр і вольтметр, сигнальна лампа, резистор регулювання напруги і струму, перемикач зовнішніх характеристик, кнопка аварійного вимкнення.

Випрямляч розташовано на візку та захищений кожухом. Затискач для заземлення 1 знаходиться на візку (рис. 5.4).

Склад випрямляча: силовий трансформатор 2, блок тиристорів 3, вентилятор 4 з електродвигуном 5, і вітровим реле 9, вирівнювачий дросель 11, стабілізуючий дросель 10, автоматичний вимикач 12, штепсельне рознімання 13 для вмикання до мережі, перемикач ступінчатого регулювання режиму 14, блок керування 15, блок апаратури 23.

На панелі блока керування знаходяться: перемикач зовнішніх характеристик 16, сигнальна лампа 17, вольтметр 18 і амперметр зварювального струму 20, кнопки «Пуск» 19, «Стоп» 21 та аварійна «Стоп» 22.

На пульті дистанційного керування знаходяться перемикач 7 і резистор 8 повільного регулювання струму і напруги зварювального кола.

Рознімання 24 існують для дистанційного пульта, а рознімання 25 для вмикання зварювального кола.

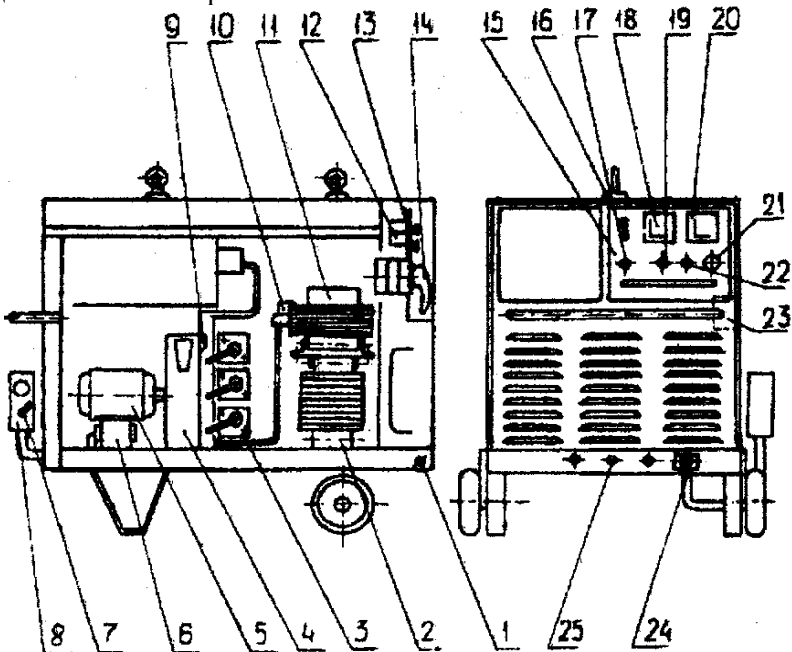


Рисунок 5.4 – Конструктивна будова випрямляча ВДУ-504

5.3 Контрольні запитання для самоперевірки і контролю підготовленості студентів до роботи

1. Призначення випрямляча ВДУ-504.
2. Чому випрямляч ВДУ-504 зветься універсальним?
3. Як відбувається зміна форми зовнішньої характеристики випрямляча.
4. Функція лінійного дроселя.
5. Функція магнітного підсилювача.
6. Конструктивна будова випрямляча.
7. Формування зовнішніх характеристик
8. Регулювання режиму випрямляча.

9. Для чого жорсткі характеристики?
10. Для чого спадаючі зовнішні характеристики?

5.4 Матеріали, інструмент, прилади, обладнання

1. Стенд для дослідження.
2. Випрямляч ВДУ-504.
3. Баластний реостат РБ-301

5.5 Порядок проведення лабораторної роботи

Вивчити будову та принцип дії випрямляча.

Накреслити схему ввімкнення приладів для вимірювання напруги та струму на затискачах випрямляча.

Ввімкнути випрямляч для роботи на холостому ході. Визначити напругу холостого ходу при спадаючих та жорстких зовнішніх характеристиках. Результати внести в таблиці 5.1.

Перемикання ступенів при вимкненому від мережі випрямляча.

Ввімкнути випрямляч на баластний реостат РБ-301. Змінюючи струм зварювання, визначити напругу на клеммах випрямляча. Результати внести в таблиці 5.2.

Таблиця 5.1 – Робота випрямляча у режимі холостого ходу

Вид зовнішньої характеристики	Напруга холостого ходу, В	
	I ступінь	II ступінь
спадаюча		
жорстка		

Таблиця 5.2 – Робота випрямляча у режимі навантаження

Вид характеристик	Показання приладів					
	спадаючі	U, В				
I, А						
жорсткі	U, В					
	I, А					

Накреслити зовнішні характеристики випрямляча. Дати оцінку зварювально-технологічних властивостей випрямляча.

5.6 Зміст звіту

У звіті дається назва, ціль роботи, технічні характеристики ВДУ-504, результати дослідів оформлені у виді графіків та таблиць, загальні висновки.

5.7 Рекомендована література

[1, 7, 8, 11].

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №6 ВИВЧЕННЯ ПРИНЦИПУ ДІЇ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ЗВАРЮВАЛЬНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДЖЕРЕЛА ЖИВЛЕННЯ УДГУ - 25/DC/AC

6.1 Мета роботи

Мета роботи – вивчити принцип дії і зварювальні властивості УДГУ-251 AC/DC.

При виконанні лабораторної роботи студент повинен знати принцип роботи джерела живлення, його технічні характеристики, мати навички підключати амперметр і вольтметр у зварювальне коло.

6.2 Загальні відомості

Установка зварювальна УДГУ-251 AC/DC (табл. 6.1), призначена для дугового зварювання всіх видів металів і сплавів.

Таблиця 6.1 – Технічні характеристики УДГУ

	УДГУ-251-AC/DC	УДГУ-351-AC/DC
Напруга мережі	380 В	380 В
Номинальний струм	250 А	400 А
Режим навантаження	35 %	100 %
Напруга холостого ходу	80-100 В	80 В
Зварювальний струм	30-275 А	50-400 А
Частота імпульсів		50, 100, 150 Гц
Габаритні розміри	370x800x730 мм	660x430x830
Маса	120 кг	205 кг

Установка має чотири режими зварювання:

- MMA-DC – режим ручного дугового зварювання покритим електродом на постійному струмі;
- MMA-AC – режим ручного дугового зварювання покритим електродом на змінному струмі;
- TIG-DC – режим аргонодугового зварювання електродом, що

не плавиться, на постійному струмі;

- TIG-AC – режим аргонодугового зварювання електродом, що не плавиться, на змінному струмі.

Силовий трансформатор T2 (рис. 6.1) має підвищене магнітне розсіювання. Коло живлення для зварювання виробляється від трансформатора T1 через автоматичний вимикач S1. Тиристорний фазорегулятор VS1, VS2 забезпечує плавну й програмну зміну зварювального струму, а також подавлення постійної складової струму. Однофазний мостовий випрямляч VD1 живить дугу постійним струмом. Запалювання й стабілізація горіння дуги забезпечує збудник-стабілізатор ВСД-02. Фільтр захищає установку від височастотних імпульсів високої напруги. Стабілізуючий дросель L1 забезпечує згладжування випрямленого струму й на постійному струмі, L2 збільшує крутість нахилу зовнішньої характеристики й захищає джерело при роботі ВСД-02.

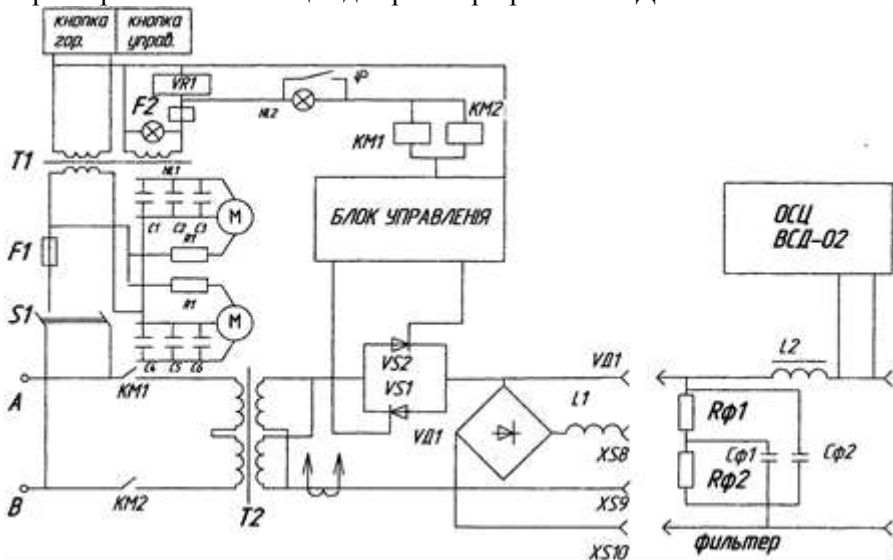
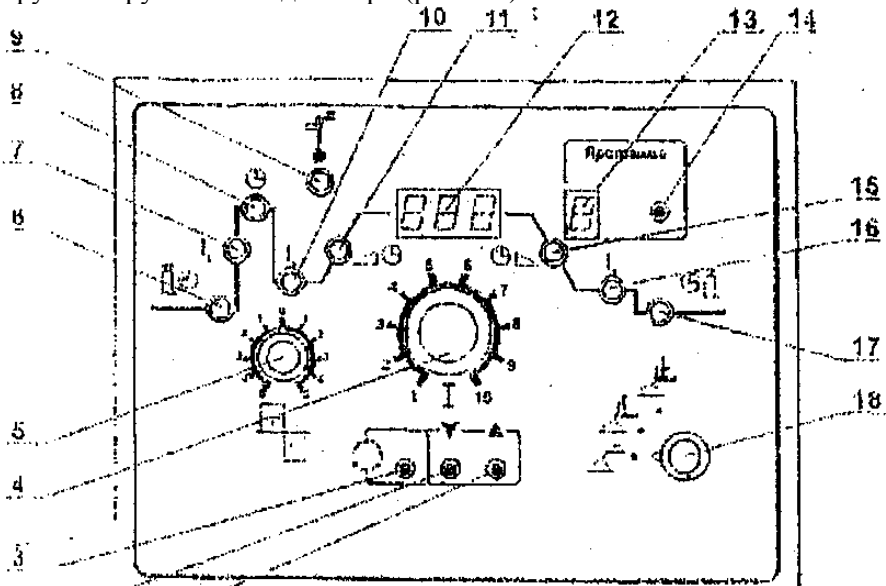


Рисунок 6.1 – Спрощена електрична схема УДГУ-251 AC/DC

Для захисту від термічного перевантаження установка має термореле, що відключає коло живлення при перегріві силових вузлів. Про спрацьовування термореле сигналізує індикатор «Перегрів». При цьому вентилятори продовжують працювати, однак включення зварювання не відбувається. На панелі керування розташовані кнопки

й ручки керування й індикатори (рис 6.2).



1 – кнопка «Збільшення параметра»; 2 – кнопка «Зменшення параметра»; 3 – кнопка «Вибір параметра»; 4 – ручка регулювання зварювального струму I; 5 – ручка регулювання очистно-проплавляючої здатності; 6 – індикатор режиму «Попередня продувка»; 7 – індикатор режиму «Амплітуда форсажу»; 8 – індикатор режиму «Час форсажу»; 9 – індикатор «Перегрів»; 10 – індикатор режиму «Початковий струм зварювання»; 11 – індикатор режиму «Час плавного наростання струму зварювання I»; 12 – індикатор установлених параметрів; 13 – індикатор «№ програми»; 14 – кнопка «Вибір № програми»; 15 – індикатор режиму «Час плавного спаду»; 16 – індикатор режиму «Струм наприкінці зварювання»; 17 – індикатор режиму «Газ після зварювання»; 18 – ручка перемикачів режимів «MMA/TIG-4T/TIG-2T»

Рисунок 6.2 – Зовнішній вид панелі керування установки УДГУ-251

Установка забезпечує:

- плавне регулювання величини зварювального струму;
- індикацію напруги мережі при включенні;
- індикацію відключеного стану при тепловому навантаженні;
- можливість вибору одного з режимів зварювання: MMA-DC, MMA-AC, TIG-DC або TIG-AC;

У режимі TIG установка додатково забезпечує:

- режими «довгі шви» (TIG -4T) або «короткі шви» (TIG -2T);
- продувку газового тракту;
- регулювання параметрів імпульсу (форсажу) зварювального

струму (I1);

- установку величини початкового струму (I2) зварювання;
- регулювання часу плавного наростання струму;
- регулювання часу плавного спаду струму після відпускання кнопки на пальнику;
- установку величини (I3) наприкінці зварювання;
- регулювання часу подачі газу після зварювання;
- безконтактне піджигання дуги на постійному й змінному струмі; регулювання що очисної й проплавляючої здатності дуги (тільки в режимі TIG-AC).

Розглянемо докладніше роботу збудника ВСД-2 на прикладі ранньої моделі ВСД-1, що входить до складу установок УДГУ-251 AC/DC, УДГУ-351 AC/DC для забезпечення надійного запалювання й горіння дуги. Збудник-стабілізатор ВСД-1 (рис 6.3) спроектований так, щоб задовольняти умовам як початкового, так і повторного запалювання. Він включається послідовно в коло вторинної обмотки основного джерела трансформатора G. Збудник живиться змінною напругою мережі крізь трансформатор Т1 і випрямний блок VD1 з фільтром С1. У першому циклі накопичувальний блок конденсатор С2 заряджається по колу, показаному тонкою лінією. Полярність заряду зображена знаками «+» і «-» без дужок. Спочатку кожного півперіоду зварювальної напруги трансформатора G система керування відмикає тиристор VS, у результаті чого по короткому колу, показаному пунктирною лінією, пройде потужний імпульс розряду конденсатора С2 на первинну обмотку підвищувального трансформатора Т2. При цьому конденсатор С2 перезарядиться так, як показано знаками «+» і «-» з дужками, а тиристор до кінця перезаряду замикається. У результаті потенціали блоку VD1 і конденсатора С2 будуть складатися, і в наступному циклі конденсатор зарядиться до більш високої напруги. Такий характер перезаряду приведе до того, напруга С2 учетверо перевищить напругу живлення.

Імпульс конденсатора С2 трансформується у вторинну обмотку Т2, що приводить до порушення високочастотного контуру Т2-С3-С4. Високочастотний розряд конденсатора С4 подається на дуговий проміжок, збуджуючи дугу й стабілізуючи її горіння при зварюванні на змінному струмі. Частота проходження імпульсів 100 Гц.

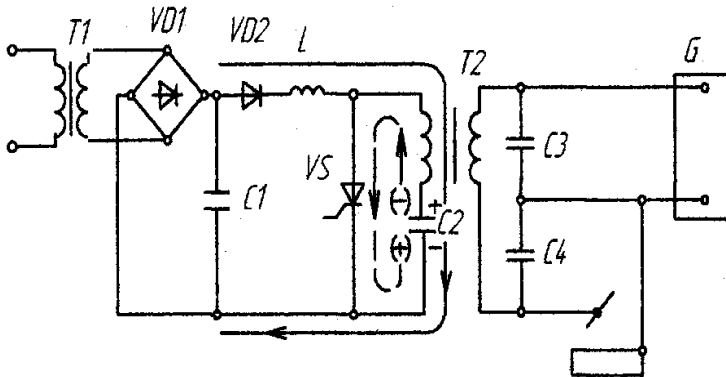


Рисунок 6.3 – Спрощена принципова схема збудника стабілізатора дуги ВСД-01 УЗ

Значення робочих напруг установки УДГУ 251 AC/DC у режимі MMA у вольтах, визначається залежністю:

$$U = 20 + 0,04I_{зв.}$$

де $I_{зв}$ – зварювальний струм, А.

Значення робочих напруг установки в режимі TIG, у вольтах визначається залежністю:

$$U = 10 + 0,04I_{зв.}$$

Працездатність установки забезпечується при коливаннях напруги живильної мережі від мінус 10 до плюс 5 % від мінімального.

Вид кліматичного виконання установки – УЗ ГОСТ 15150-69.

Установка призначена для роботи в закритих приміщеннях з дотриманням наступних умов:

- температура навколишнього середовища від мінус 10° С (263 К) до плюс 40° С (313 К);

- відносна вологість не більше 80 % при 15° С (288 К).

Група умов експлуатації по механічних впливах - М3 по ГОСТ 17516.1-90.

Підготовка до роботи.

1. Зберіть установку.

2. Встановіть установку на місці виробництва зварювальних

робіт. Навколо установки на відстані не менш 0,5 м від задньої й передньої панелі не повинно бути предметів, що утруднюють циркуляцію повітря й доступ до органів керування установкою. Перевірте стан органів керування й індикації, переконайтеся у відсутності механічних ушкоджень, ізоляції струмоведучих частин, дротів і кабелів, а також надійність їхнього приєднання.

3 Знеструмити місце підключення. Перевірте відповідність напруги мережі напрузі зазначеній в паспорті. Дріт мережного кабелю приєднайте до місця підключення, жовто-зелений дріт заземлення підключіть до заземлюючого контуру. Установка повинна підключатися до двофазної мережі через автомат захисту мережі або двохполюсний рубильник із трубчастими запобіжниками, розрахованими на максимальний струм споживання установки.

4. Підготуйте установку для зварювання по нижче наведеній методиці в залежності від режиму зварювання:

Для зварювання в режимі ММА:

- перемикач перемикач режимів (поз. 18 рис. 6.2) встановіть в положення «ММА»;

- залежно від виду зварювання встановити перемикачі роду зварювального струму, у положення «АС» або «DC»; до вихідних рознімачів підключити кабель із електродотримачем і кабель із клемою залежно від полярності; подати напругу на установку з розподільного щитка. Перевести мережний перемикач у положення «I». Установка величини зварювального струму і його індикація здійснюється ручкою регулювання зварювального струму (поз.4 рис. 6.2). При цьому інші позиції циклограми й регулювання очистно-проплавляючої здатності будуть відключені.

Для зварювання в режимі TIG для пальників з повітряним охолодженням:

- підключити пальник до вихідного рознімача «~/-», до рознімача «Кнопка на пальнику» і до штуцера подачі газу на пальник;

- перемикача перемикач режимів (поз. 18 рис. 6.2) встановіть в положення «довгі шви» (TIG-4T) або «короткі шви» (TIG-2T);

- залежно від виду зварювання встановити перемикач роду зварювального струму, у положення «АС» або «DC»;

- підключити шланг від балона із захисним газом до штуцера «Вхід газу»; залежно від сили струму, вибрати вольфрамовий

електрод і затиснути в цанзі пальника. Виліт електроду повинен бути від 3 до 10 мм, залежно від режиму зварювання;

- відкрити вентиль на балоні із захисним газом;

- подати напругу на установку. Включити установку. При подачі живлячої напруги на установку на індикаторі 12 висвітлюється значення зварювального струму в А, установленого регулятором 4 (рис. 6.2). За допомогою кнопок 1, 2 і 3 (рис. 6.2) уведіть параметри зварювального циклу. Індикація встановлюваної величини параметра зварювального циклу здійснюється індикатором 12 (рис. 6.2). Індикація позиції зварювального циклу здійснюється світлодіодами на панелі керування, оформлених у виді циклограм; перевірити подачу захисного газу, натиснувши кнопку на пальнику.

5. Сумарний переріз кабелів з мідними жилами повинен бути не менш 35 мм і 50 мм для зварювання на струмах 200 А і 315 А відповідно.

Порядок роботи.

У режимі MMA:

- встановити електрод в електродотримач. Діаметр електрода вибрати залежно від товщини металу, що зварюється, користуючись даними таблиці;

- потенціометром регулювання зварювального струму встановити необхідне значення струму;

- легким і швидким торканням електродом виробу домогтися збудження дуги.

У режимі TIG:

- перевірити полярність напруги в пальнику. При роботі в режимі DC зварювання повинно здійснюватися на прямій полярності, вихід «~/->» установки повинен бути з'єднаний з пальником;

- затиснути вольфрамовий електрод у цанзі пальника. Діаметр електрода вибрати залежно від товщини металу, що зварюється;

- встановити необхідне значення зварювального струму;

- підвести пальник до виробу на відстань 1-2 мм і натиснути кнопку на пальнику;

- встановити необхідний дуговий проміжок і почати процес зварювання;

- - провести дослідне зварювання на зразках;

- при необхідності відкоригувати величину зварювального струму й тривалості циклу;

- для припинення процесу зварювання відпустіть кнопку на пальнику й після закінчення витримки часу, що забезпечує подачу газу після зварювання, відведіть пальник від виробу, що зварюється. Для захисту від термічного перевантаження установка має термореле, що відключає коло живлення при перегріві силових вузлів.

Про спрацьовування термореле сигналізує індикатор «Перегрів». При цьому вентилятори продовжують обертатися, однак включення зварювання не відбувається.

Подальша робота можлива тільки після остигання силових вузлів.

По закінченню зварювальних робіт виключити установку. Для цього необхідно перевести мережний перемикач у положення «О». Знеструмте установку в місці підключення. Закрийте вентиль на балоні із захисним газом.

Технічне обслуговування.

Всі роботи з технічного обслуговування повинні проводитися на установці, відключеної від живильної мережі.

1. При щоденному обслуговуванні необхідно перед початком роботи зробити зовнішній огляд установки й усунути помічені недоліки:

- перевірити заземлення установки;
- перевірити надійність контактних з'єднань;
- перевірити стан сопла, цанги й електрода зварювального пальника, зняти бризки металу;
- перевірити цілісність газового тракту й систему подачі охолоджуючої води;
- перевірити роботу вентиляторів.

2. При періодичному обслуговуванні не рідше одного разу на місяць необхідно:

- очистити установку, особливо випрямний модуль і апаратури керування, від пилу й бруду, для чого зняти бічну кришку, продути стисненим повітрям і в доступних місцях протерти чистою м'якою ганчіркою;
- перевірити стан електричних контактів і пайок;
- підтягти болтові й гвинтові з'єднання;
- перевірити опір ізоляції.

6.3 Завдання на підготовку до лабораторної роботи

1. Вивчити загальні відомості, технічні характеристики і принцип роботи УДГУ 251 АС/DC.
2. Накреслити схему УДГУ-251 DC/AC.
3. Вивчити технічні характеристики і принцип роботи джерела.
4. Підготувати таблиці для запису результатів випробувань джерела на холостому ході і при навантаженні.

6.4 Контрольні запитання для самоперевірки і контролю підготовленості студентів до роботи

1. Сформулюйте принцип роботи УДГУ-251 АС/DC.
2. Скажіть, що представляють собою зовнішні характеристики?
3. Поясніть, що представляють собою зварювальні властивості джерела?
4. Скажіть, яким чином регулюють зварювальний струм джерела?
5. Поясніть призначення ВСД-01.
6. Поясніть принцип роботи і позитивні якості випрямляча.

6.5 Матеріали, інструмент, прилади, обладнання

Необхідно використовувати амперметр постійного струму на 300 А, вольтметр, пальник, кабелі з номінальною площею перерізу дроту 25 мм, баластний реостат РБ-301.

6.6 Порядок проведення лабораторної роботи

- 1 Зібрати вимірювальну схему для визначення напруги і струму джерела в режимі холостого ходу, навантаження.

2 Використовуючи, як навантаження баластний реостат РБ-301, визначити напругу холостою ходу, зняти зовнішню характеристику.

3 Побудувати зовнішню характеристику джерела, за даними експерименту. Пояснити програмування роботи джерела.

4 Пояснити отримані результати, зробити висновки про зварювальні властивості джерела.

6.7 Зміст звіту

1. Мета роботи.
2. Технічні характеристики схеми УДГУ-251 DC/AC і ВСД-01.
3. Вимірювальна схема.
4. Отримані результати.
5. Аналіз отриманих результатів і висновки по роботі.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №7 ВИВЧЕННЯ ПРИНЦИПУ ДІЇ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ЗВАРЮВАЛЬНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДЖЕРЕЛА ЖИВЛЕННЯ РСOTIG - 140

7.1 Мета роботи

Мета роботи – вивчити принцип дії і зварювальні властивості інверторного джерела живлення для зварювання РСOTIG-140.

При виконанні лабораторної роботи студент повинен знати принцип роботи джерела живлення, його технічні характеристики, мати навички підключати амперметр і вольтметр у зварювальне коло.

7.2 Загальні відомості

7.2.1 Джерела живлення інверторного типу

Найбільш перспективним малогабаритним устаткуванням для зварювання є інверторні джерела.

Інвертор являє собою пристрій, що складається з ключових елементів, що по визначеній функції в часі з'єднують і роз'єднують виводи входу і виходу електричної системи. На рисунку 7.1 у спрощеному виді показаний принцип виконання силового кола інвертора по повномостовій схемі. Вхідні виводи інвертора підключені до джерела постійного струму, а вихідні (змінний струм) – навантаження 2. При замиканні пари ключів К1-К3 струм через навантаження протікає в одному напрямку, а при замиканні пари ключів К2-К4 (К1, К3 розімкнуті) струм буде текти в зворотному напрямку. Якщо керування ключами робити так, що одна пара ключів, наприклад К1-К3, комутується зі зрушенням по фазі щодо іншої пари К2-К4, до того ж кожна пара ключів замкнута половину періоду, то вихідна напруга інвертора має вид різнополярних імпульсів, частота яких визначається тимчасовими інтервалами і черговістю роботи ключів. У зварювальних інверторах цією напругою живиться первинна обмотка силового трансформатора.

Гранична робоча частота інвертора залежить головним чином від швидкодії ключів. Чим вона вище, тим вище і частота. Як силові ключові елементи використовують швидкодіючі тиристори, біполярні і польові транзистори.

Функціональна схема інверторного джерела зварювального струму показана на рисунку 7.2. Напруга мережі 380 В промислової частоти перетвориться вихідним випрямлячем у постійну напругу 500 В. Ця напруга перетворюється інвертором у змінну напругу підвищеної частоти (в декілька кГц), що надходить на знижуючий високочастотний трансформатор. Вторинна обмотка трансформатора навантажена на діодний випрямляч, до виходу якого через дросель, що згладжує, підключено зварювальне коло. Живлення трансформатора напругою високої частоти дозволяє істотно знизити витрати матеріалів, що йдуть на його виготовлення. Так, при частоті живлячої напруги 10 кГц у порівнянні з частотою 50 Гц маса трансформатора і його розміри зменшуються приблизно в три рази, а при частоті 50 кГц – вже в 15-17 разів. Наприклад, розрахункова маса трансформатора потужністю 20 кВА при живленні напругою частотою 50 Гц складає 20 кг, а при 50 кГц всього 7 кг. Таке зменшення маси активних матеріалів сприяє істотному зниженню (у 25 разів) затрат потужності і росту ККД.

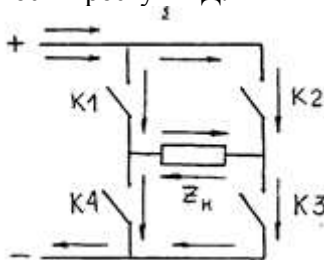


Рисунок 7.1 – Принцип виконання силового кола інвертора

У перших джерелах живлення для дугового зварювання використовувалися тиристорні інвертори. Зараз для зварювальних джерел живлення вони застосовуються рідко. Основним недоліком тиристорних схем є порівняно невисока частота перетворення, що залежить від часу вимикання тиристорів. Сучасні швидкодіючі тиристори з часом включення до 20 мкс дозволяють одержати граничну частоту усього лише 5 кГц. Інвертування на більш високій частоті неможливо через імовірність виникнення аварійного режиму.

Тому зараз тиристорні інвертори в зварювальних джерелах живлення практично поступилися місцем транзисторним.

Сучасні потужні транзистори в порівнянні з тиристорами мають більш високі комутуючі властивості і можуть забезпечити частоту інвертування до 100 кГц. З усіх типів транзисторів, які можуть застосовуватися в зварювальних інверторах, найбільше поширення одержали транзистори IGBT завдяки таким характеристикам, як легкість керування, стійкість до перенапруг, стійка робота з піковими струмовими навантаженнями.

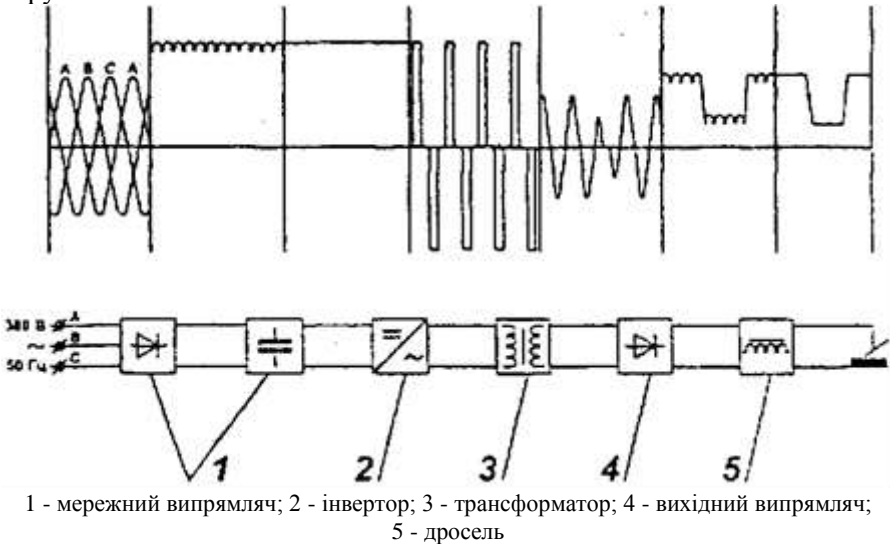


Рисунок 7.2 – Функціональна схема інверторного зварювального джерела

Важливе значення для властивостей зварювального джерела має схема інвертора. Існують різні схеми інверторів на транзисторних ключах. У джерелах живлення для дугового зварювання набули найбільшого застосування напівмостова і повномостова схеми.

Може бути застосована двохмостова схема випрямлення. При цьому виникає можливість одержання двох видів зовнішніх характеристик зварювального джерела (круто- і похилопадаючої) без комутації силових ланцюгів, а лише за рахунок алгоритму керування вентилями інверторних мостів. Це різко поліпшує технологічні властивості джерела.

Джерела живлення з транзисторними інверторами дозволяють

перейти з аналогового (у тиристорних схемах) на цифрове керування за допомогою мікропроцесорів. Це забезпечує одержання різного виду струму (змінного, постійного, імпульсного) і керування процесом зварювання по складному алгоритму.

7.2.2 Принцип дії транзисторного інверторного випрямляча

Мережний випрямляч VI (рис. 7.3 а, б) перетворить змінну напругу мережі в постійну, яка згладжується за допомогою низькочастотного фільтра L1-C1. Ця напруга перетвориться в однофазну змінну U1 високої частоти за допомогою інвертора на двох транзисторах VT1 і VT2. Напруга U1 знижується трансформатором Т до U2, випрямляється блоком вентилів V2, проходить через фільтр L2-C2 і подається на зварювальну дугу у виді згладженої випрямленої напруги.

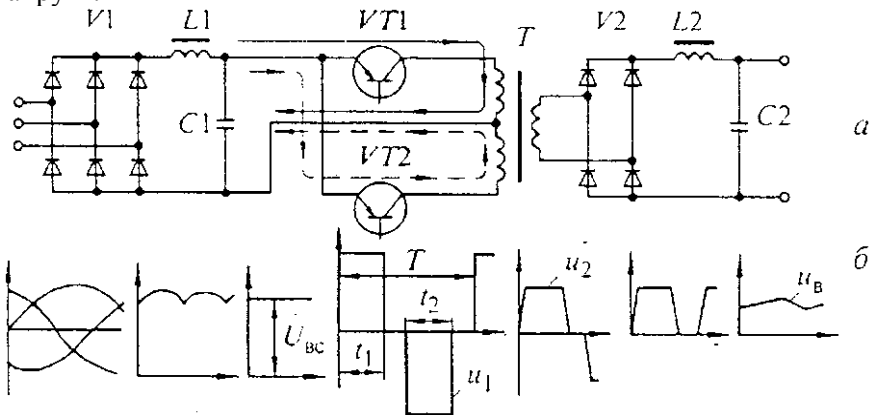


Рисунок 7.3 – Випрямляч із транзисторним інвертором

При подачі сигналу на базу транзистора VT1 відмикається його колекторне коло і по первинній обмотці трансформатора в інтервалі часу t_1 йде струм у напрямку, показаному тонкою лінією. При зніманні сигналу з бази цей струм припиняється. З деякою затримкою відмикається транзистор VT2, при цьому в інтервалі часу t_2 струм по трансформаторі йде в іншому напрямку, показаному пунктиром. По первинній обмотці трансформатора йде змінний струм. Тривалість його періоду T і частота змінного струму $f=1/T$ залежать від частоти

запуску транзисторів. обумовленої системою керування. Звичайно частота встановлюється на рівні 1-60 кГц.

Якщо на вході інвертора встановлений конденсатор $C1$, то осцилограма напруги $U1$ має прямокутну форму. Така конструкція називається автономним інвертором напруги (АІН). Коли на вході інвертора встановлений дросель $L1$, а обмотка трансформатора T шунтована конденсатором, то прямокутну форму буде мати імпульс струму. Тоді це буде інвертор струму (АІС).

Можлива конструкція, у якій завдяки наявності індуктивності в кола навантаження і ємності утвориться коливальний контур із синусоїдальним струмом, вона названа резонансним інвертором (АІР).

Регулювання режиму зварювання здійснюється декількома способами. При збільшенні напруги силового випрямляча U збільшується й амплітуда високочастотної напруги $U2$ і середнє значення U випрямленої напруги (рис. 7.4 а). Можна змінювати і ширину імпульсів інвертора (рис. 7.4 б). Самим зручним способом регулювання є зміна частоти імпульсів (рис. 7.4 в).

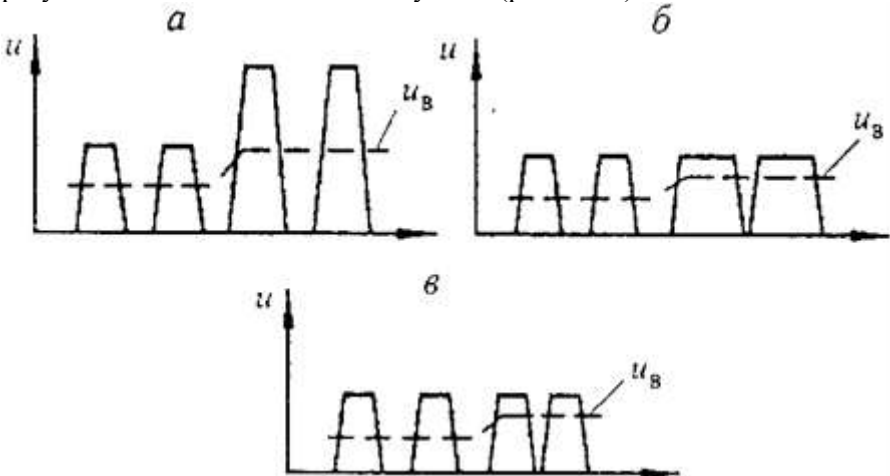


Рисунок 7.4 – Регулювання вихідної напруги інвертора зміною амплітуди (а), ширини (б) і частоти (в) імпульсів

Зовнішні характеристики інверторного джерела формуються за допомогою зворотних зв'язків і системи керування. Для одержання крутопадаючих характеристик вводиться зворотний зв'язок по струму дуги, для одержання похилопадаючих характеристик – зворотний

зв'язок по випрямленій напрузі.

Інверторний випрямляч має високі зварювальні властивості. У стандартних джерел тривалість перехідного процесу не менше 0,02 с, у інверторного випрямляча – 0,001 с і менше. Інверторний випрямляч дорожче інших джерел, тому його рекомендують використовувати там, де мають значення малі маса і габарити. Таке джерело надзвичайно економічне. Його коефіцієнт потужності близький до 1, ККД досягає 0,9. Недоліком випрямлячей із транзисторним інвертором є їхня мала потужність.

7.2.3. Випрямлячі з транзисторним інвертором

Найрозповсюджені в зварювальних випрямлячах схеми транзисторних інверторів приведені на рисунку 7.5.

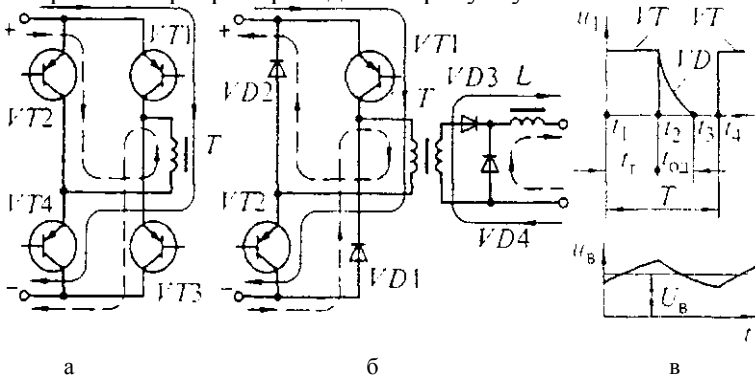


Рисунок 7.5 – Схеми транзисторних інверторів

Двотактний мостовий інвертор показаний на рисунку 7.5 а. У першому напівперіоді (такті) система керування запускає транзистори VT1 і VT4, і струм йде по первинній обмотці трансформатора в напрямку, показаному тонкою лінією. В другому напівперіоді шлях струму через транзистори VT2 і VT3 показаний пунктирною лінією.

Однотактний напівмостовий інвертор (рис. 7.5 б) має половинну кількість транзисторів. У момент її при відмиканні транзисторів VT1 і VT2 по первинній обмотці трансформатора йде імпульс струму, показаний тонкою лінією. Потім настає пауза t_2 - t_4 , після чого в цьому ж напрямку проходить такий же імпульс струму (рис. 7.5 в). Таким

чином, в одноконтурному інверторі струм виявляється змінним тільки за величиною, але не по напрямку. Недоліком такої схеми є постійне намагнічування осердя трансформатора, що може привести до його насичення і припинення трансформації струму. Частково цей дефект усувається при установці діодів VD1, VD2. З моменту t_2 включення транзисторів енергія, запасена в індуктивності первинного кола, повертається в коло мережі. При цьому по первинній обмотці через діоди по шляху, зазначеному пунктирною лінією, йде струм, поступово знижуючи до моменту t_3 , що і забезпечує часткове розмагнічування осердя. Крім того, завдяки діодам знижуються перенапруги на транзисторах у момент їхнього запирання.

Імпульс струму, трансформований у вторинній обмотці з моменту t_1 , передається навантаженню через діод VD3 по шляху, показаному пунктиром. З моменту t_2 струм у навантаженні підтримується в основному за рахунок енергії, запасеної в індуктивності L. З цією метою використовується зворотний діод VD4, напрямком струму по ньому показано пунктиром. При досить великій індуктивності L, випрямлена напруга U, може бути згладжена до рівня, необхідного для стійкого процесу зварювання.

Найбільш широко в Україні представлені джерела з транзисторними інверторами, виробництва закордонних фірм, або спільних підприємств. Серед найбільш легких і малогабаритних джерел можна назвати зварювальні випрямлячі «TRANSPOCKET-1400», «TRANSPOCKET-2000», «Transtig-1600» австрійської фірми «Fronius» і СП «Фрониус-Факел», «CADDY 110/150» шведської фірми «ESAB» і НПФ «Корба», ANW-160 угорської фірми «Elektroda» і ТОВ «Автофлекс-Трейд», «Pico-140» і «Picotig-140» виробництва Німеччини. Їхня вага складає від 4,2 кг до 8,4 кг при номінальному струмі 100-160 А.

Джерела з транзисторним інвертором з частотою 30 кГц «TRANSPOCKET-1400», «Pico-140», «Picotig-140» важать від 4,2 до 5,7 кг. Вони мають крутоспадні зовнішні характеристики і призначені для мобільного використання при ручному зварюванні покритими електродами й електродом, що не плавиться. Джерела постачені компактними пальниками для аргоно-дугового зварювання фірми «BINZEL». Їх можна включати в звичайну розетку, напругою 220 В-230 В. Запалювання дуги при зварюванні вольфрамовим електродом виробляється контактним способом при зниженому струмі. Вбудована

система контролю дуги гарантує стійкий процес зварювання, тому що у випадку короткого замикання зварювальний струм автоматично підвищується. Джерела надзвичайно прості в користуванні. Величина зварювального струму випрямляча встановлюється регулятором на лицьовій панелі. Джерела забезпечені ременем для перенесення.

Технічні характеристики деяких інверторних джерел приведені в таблицях 7.1, 7.2.

7.3 Завдання на підготовку до лабораторної роботи

1. Вивчити загальні відомості, технічні характеристики і принцип роботи Pico - 140 (PICOTIG - 140).
2. Підготувати таблиці для запису результатів випробувань джерела на холостому ході і при навантаженні.

7.4 Контрольні запитання для самоперевірки і контролю підготовленості студентів до роботи

1. Розкажіть принцип роботи інверторного джерела.
2. Опишіть, які зовнішні характеристики Pico-140?
3. Скажіть, що представляють собою зварювальні властивості джерела?
4. Поясніть, як регулюють зварювальний струм джерела?
5. Сформулюйте, чому джерела з транзисторним інвертором краще джерел із тиристорним інвертором?

7.5 Матеріали, інструмент, прилади, обладнання

Амперметр постійного струму на 200 А, вольтметр, пальник, кабелі з номінальною площею перерізу дроту 25 мм, баластний реостат РБ-301.

Таблиця 7.1 – Технічні характеристики деяких джерел живлення для ручного дугового зварювання покритими електродами

Тип джерела Параметри	Од. виміру	Електрон- 125	Імпульс- 2	Фора			Pico140	Transpocket	
				60	120	160		1400	2000
Первинна напруга	В	220	220	220	220	220	230	220	3-400
Номинальний струм	А	125	160	60	120	160	140	140	200
Режим роботи, ПН	%	30	40	60	60	60	60	60	60
Діапазон регулювання струму	В	40-125	26-160	30-60	30-120	30-160	5-140	5-140	20-200
Напруга холостого ходу	В	40	40	50	50	50	97	93	93
Номинальна робоча напруга	В	25	26	25	25	26	26	26	28
Габаритні розміри	мм								
довжина		160	-	298	298	410	335	312	430
ширина		200	-	120	240	180	110	110	180
висота		300	-	226	226	290	220	200	280
Маса	кг	8,5	13	5,2	10	11	4,6	4,2	10,5

Таблиця 7.2 – Технічні характеристики інверторних джерел для зварювання електродом, що не плавиться, і покритими електродами

Тип джерела Параметри	Од. вимі ру	Picotig- 140	ANW- 160	ANW- 200	CADDY 110/150	TRANSTIG		
						60	120	160
Первинна напруга	В	230	230	230	230	230	230	340
Номінальний струм	А	140	160	200	150	160	200	300
Режим роботи, ПН	%	60	40	40	25	40	35	65
Діапазон регулювання струму	В	5-140	5-160	5-200	3-150	2-160	3-200	3-300
Напруга холостого ходу	В	97	55	55	95	45	45	45
Номінальна робоча напруга	В	16	26	28	26	24	26	28
Габаритні розміри	мм							
довжина		335	-		472	430	510	625
ширина		110	-	-	142	180	230	270
висота		245	-	-	256	280	480	480
Маса	кг	5,3	6,5	16	6,5	8,4	23	28

7.6 Порядок проведення лабораторної роботи

1. Зібрати вимірювальну схему для визначення напруги і струму джерела в режимі холостого ходу, навантаження і короткого замикання.

2. Використовуючи, як навантаження, баластний реостат РБ - 301 визначити напругу холостого ходу, зняти зовнішню характеристику і струм короткого замикання.

3. Побудувати зовнішню характеристику джерела, за даними експерименту, розрахувати зміни зварювального струму при зміні довжини дуги.

4. Пояснити отримані результати, зробити висновки про властивості зварювальних джерел.

5. Накреслити схему транзисторного інверторного джерела, пояснити принцип роботи і позитивні якості випрямляча.

7.7 Зміст звіту

1. Назва і ціль роботи.
2. Технічні характеристики.
3. Вимірювальну схему.
4. Отримані результати у виді таблиць, графіка і розрахунків.
5. Аналіз отриманих результатів і висновки по роботі.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №8 ВИВЧЕННЯ ПРИНЦИПУ ДІЇ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ЗВАРЮВАЛЬНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДЖЕРЕЛ ЖИВЛЕННЯ ДЛЯ ІМПУЛЬСНО-ДУГОВОГО ЗВАРЮВАННЯ

8.1 Мета роботи

Мета роботи: вивчити принцип дії і зварювальні властивості ВДГИ-301 та ВДГИ-302.

При виконанні лабораторної роботи студент повинен знати принцип роботи джерела живлення, його технічні характеристики, мати навички підключати амперметр і вольтметр у зварювальне коло.

8.2 Загальні відомості

8.2.1 Джерела живлення типу ВДГИ-301

Кероване перенесення електродного металу може бути реалізовано за допомогою модуляції зварювального струму за допомогою джерела. Спосіб механізованого зварювання плавким електродом в аргоні і його сумішах з модуляцією струму отримав назву імпульсно-дугового зварювання. Головною перевагою імпульсно-дугового зварювання є можливість в 2 – 3 рази зменшити нижню межу струму (рис. 8.1, 8.2), при якому ще забезпечується дрібнокрапельне перенесення і, в наслідок цього, зварювати метал порівняно малої товщини без небезпечного пропалу і недопустимого розбризкування. Оскільки імпульсний струм гарантує напрям перенесення краплі уздовж осі електроду, це полегшує зварювання у вертикальному положенні.

Наприклад, при зварюванні алюмінієвих сплавів ця величина має бути $180 \dots 280 \text{ A}^2 \cdot \text{с}$, а при зварюванні сталей – $500 \dots 1000 \text{ A}^2 \cdot \text{с}$. Частота імпульсів f_i повинна налаштовуватися від 20 до 200 Гц, інколи обмежуються легко досяжними величинами 50 і 100 Гц.

Співвідношення між періодом руху імпульсів $T = 1/f$, і їх тривалістю t_i може досягати значення $T/t_n = 10$.

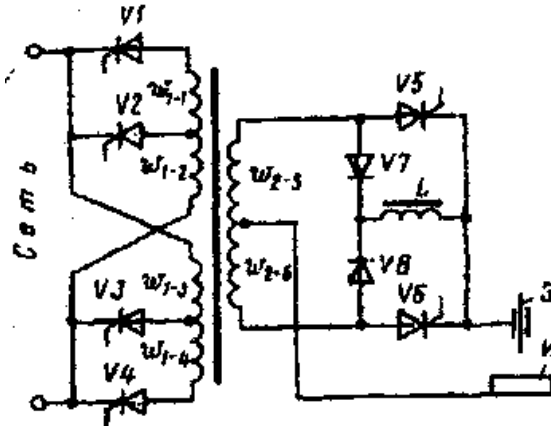
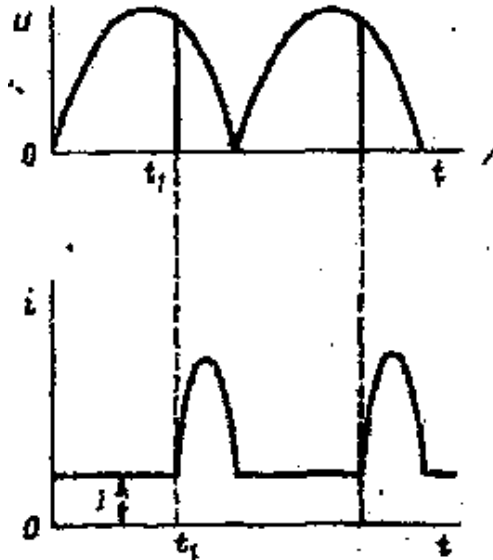


Рисунок 8.1 – Принципова схема силового ланцюга випрямляча типу ВДГИ-301



t_i — момент відмикання тиристора

Рисунок 8.2 – Графіки змін в часі U та I при шунтуванні дроселя тиристором для схеми рисунок 8.1

Базовий струм I_0 істотно нижчий за струм імпульсу. Середнє значення струму $I_{cp} = (I_i t_i + I_0 T) / T$ призначається залежно від товщини металу, що зварюється і положення шва в просторі, середній струм налаштовується зміною швидкості подачі електродного дроту. У цих умовах незалежне налаштування базового струму ускладнене. Прагнуть лише, щоб він не впав нижче за значення 50 – 100 А, при якому істотно знижується стійкість процесу.

Зовнішні характеристики джерел базового 1 та імпульсного 2 струмів різні (рис. 8.3). Розглянемо їх спільно з характеристикою дуги 3 при її нормальній довжині, а також при короткій (I_{dmin}) та довгій (I_{dmax}) дузі.

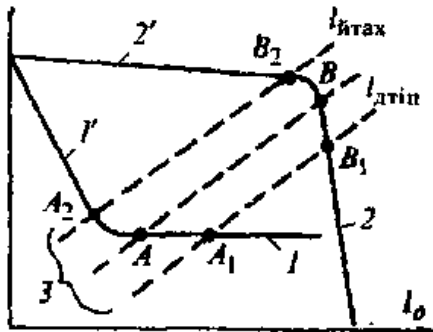


Рисунок 8.3 – До вибору зовнішніх характеристик джерела

Джерело базового струму повинне мати жорстку, або пологопадаючу характеристику 1, з тим щоб при коливаннях довжини дуги відхилення струму від точки А до A_1 або A_2 були значними, що і забезпечує високу швидкодію процесу саморегулювання. Але при малих струмах для підвищення стійкості горіння дуги при її подовженні до I_{dmax} (точка A_2) потрібно збільшити напругу, що досягається використанням крутопадаючої ділянки 1'. В цілому характеристика базового струму має 1-подібний вигляд. Джерело імпульсного струму повинне мати характеристику 2 з основною вертикальною ділянкою, в цьому випадку при коливаннях довжини дуги в крапках В і B_1 забезпечується стабільність струму і енергії імпульсу. В той же час при надмірному видовженні дуги до I_{dmax} небажане скидання краплі кожним імпульсом, тому корисне зменшення струму імпульсу в точці B_2 завдяки наявності жорсткої ділянки 2'. В цілому характеристика імпульсного струму повинна мати Т-подібну форму.

Вимоги до джерела для зварювання з керованим перенесенням в вуглекислому газі істотно складніше. Реалізація цих вимог можлива лише при використанні швидкодіючих транзисторних або інверторних джерел.

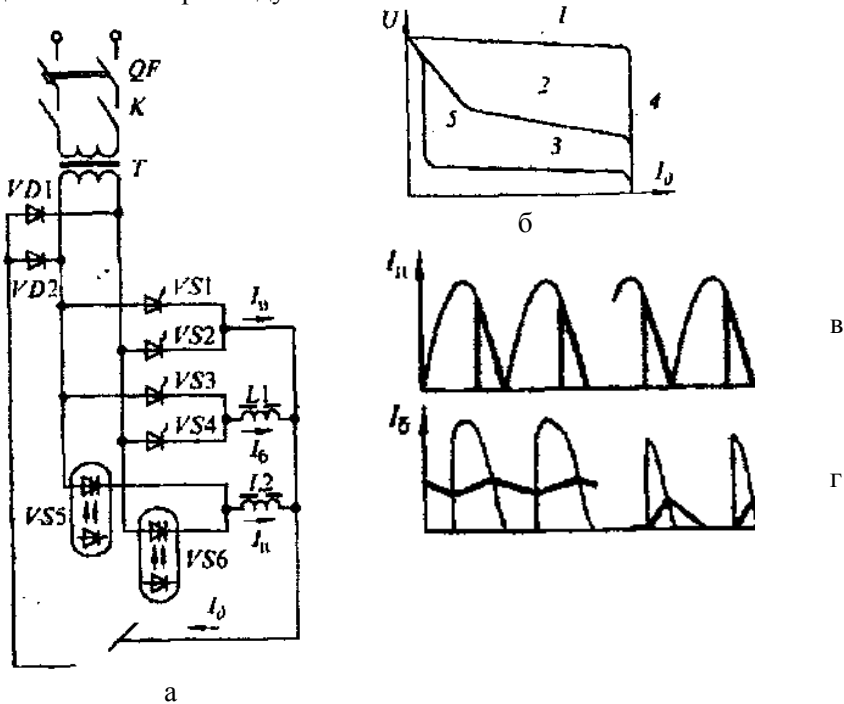
8.2.2 Джерела живлення типу ВДГИ-302

Серійно випускається тиристорний випрямляч ВДГИ-302 (рис. 8.4). Напруга в мережі за допомогою автоматичного вимикача QF та пускача К подається на однофазний знижувальний трансформатор Т з нормальним розсіюванням. Напруга вторинної обмотки випрямляється блоком вентилів VD1, VD2, VS1 — VS6 з двома дроселями L1, L2. У цьому блоці діоди VD1, VD2 працюють в будь-якому режимі. Тиристри VS1, VS2 використовуються для генерування пікових імпульсів (рис. 8.4 в). Амплітуда і тривалість імпульсів задається кутом управління тиристорів, частота (50 або 100 Гц) залежить від того, один або обидва тиристри використовуються. Тиристри VS3, VS4 створюють базовий струм, згладжений дроселем L1 (рис. 8.4 г). Фазове управління тиристорами VS3, VS4 використовується для налаштування середнього значення напруги дуги. Однак, при глибокому регулюванні в кривій базового струму з'являються провали. Тому схема доповнюється ланцюгом підживлення, який забезпечує невеликий, але добре згладжений струм. У ній застосовані оптрони тиристри VS5, VS6, керовані світловим потоком світлодіодів, що забезпечує гальванічну розв'язку, тобто незалежність роботи ланцюгів управління від дії високочастотних перешкод зварювального ланцюга. У ланцюзі підживлення використовується дросель L2 з великою індуктивністю.

Випрямляч може працювати як в режимі імпульсного, так і базового струму (рис. 8.4 г). Проте, переважно використовується спільний режим роботи всіх ланцюгів, при якому зварювальний струм виходить як сума струмів імпульсного, базового і підживлення.

Зовнішні характеристики випрямляча приведені на рис. 2.4 б. Характеристика імпульсного струму 1 має малий (природний) нахил, це необхідно для здобуття крутого фронту в імпульсів струму. Штучна характеристика базового струму 2 сформована завдяки

введенню зворотних зв'язків але струм в напрузі в систему управління тиристорів VS3, VS4. Вона стабілізована при коливаннях напруги мережі, її нахил автоматично знижується із зростанням струму. Завдяки крутому нахилу при малих струмах підвищується еластичність дуги, пологий нахил при великих струмах сприяє ефективному саморегулюванню дуги. Для форсування запалення дуги сформована характеристика запалення 3, що забезпечує постійний рівень напруги при будь-яких струмах. Характеристика відсічення 4 обмежує максимальну величину зварювального струму. Характеристика підживлення 5 гарантує мінімум струму, достатнього для стійкого горіння дуги.



а – схема силової частини; б – зовнішні характеристики; в – осцилограми імпульсного струму; г – базового струму

Рисунок 8.4 – Випрямляч ВДГИ-302 УЗ

Раніше випускалося імпульсне джерело тиристора ІУП-1. Він може працювати як в якості приставки, так і у виді автономного джерела, у тому числі для неімпульсного зварювання. Технічні

характеристики імпульсних джерел приведені в таблиці. Частота дотримання імпульсів в часі визначається частотою шунтування тиристора [1, 7, 8, 11, 12].

Технічні характеристики джерел живлення типу ВДГ наведені в таблиці 8.1.

Таблиця 8.1 – Технічні характеристики джерел живлення

	Одиниці виміру	ВДГИ-301	ВДГИ-302	ВДГИ-303
Первинна напруга	В	380	380	380
Номінальний струм	А	315	315	400
Режим роботи, ПН	%	60	60	100
Діапазон регулювання струму	В	40-375	50-315	50-400
Напруга холостого ходу	В	40	45	80
Номінальна робоча напруга	В	30	30	30
Частота імпульсів	Гц	50	100	150
Межі регулювання імпульсного струму	А	300-1000	300-1000	300-1000
Габаритні розміри	мм			
довжина		748	720	660
ширина		1015	593	430
висота		953	938	870
Маса	кг	350	250	205

8.3 Завдання на підготовку до лабораторної роботи

1. Вивчити загальні відомості, технічні характеристики і принцип роботи ВДГИ-301 і ВДГИ-302.

2. Підготувати таблиці для запису результатів випробувань джерела на холостому ході і при навантаженні.

8.4 Контрольні запитання для самоперевірки і контролю підготовленості студентів до роботи

1. Принцип роботи ВДГИ-301 і ВДГИ-302.
2. Зовнішні характеристики джерел.
3. Зварювальні властивості джерел.
4. Як регулюють зварювальний та імпульсний струм джерел?

8.5 Матеріали, інструмент, прилади, обладнання

1. Амперметр постійного струму на 1000 А.
2. Вольтметр.
3. Пальник.
4. Кабелі з номінальною площею перерізу дроту 25 мм².
5. Баластний реостат РБ-301.

8.6 Порядок проведення лабораторної роботи

1. Зібрати вимірювальну схему для визначення напруги і струму джерела в режимі холостого ходу і навантаження.
2. Використовуючи як навантаження баластний реостат РБ-301, визначити напругу холостого ходу, зняти зовнішню характеристику.
3. Побудувати зовнішню характеристику джерела, за даними експерименту, побудувати криву зварювального та імпульсного струму.
4. Пояснити отримані результати, зробити висновки про властивості зварювальних джерел.

8.7 Зміст звіту

1. Ціль роботи.
2. Схеми джерел, форми струму і технічні характеристики.

3. Вимірювальну схему.
4. Отримані результати.
5. Аналіз отриманих результатів і висновки по роботі.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №9 ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЗВАРЮВАЛЬНИХ ВИПРЯМЛЯЧІВ ТИПУ ВДГ ІЗ ДРОСЕЛЕМ НАСИЧЕННЯ

9.1 Мета роботи

Мета роботи: Вивчити конструктивну будову та принцип роботи зварювальних випрямлячів із дроселем насичення для зварювання у вуглекислому газі: дослідити зварювальні властивості випрямляча ВДГ-302 або ВДГ-303.

При виконанні лабораторної роботи студент повинен знати принцип роботи джерела живлення, його технічні характеристики, мати навички підключати амперметр і вольтметр у зварювальне коло.

9.2 Загальні відомості

9.2.1 Вимоги до властивостей випрямлячів для зварювання у вуглекислому газі

Показником якості джерел живлення є його зварювальні властивості. Поліпшення зварювальних властивостей випрямлячів дозволяє зменшити видаток електродних матеріалів, підвищити продуктивність та якість зварювання.

При зварюванні у вуглекислому газі до джерела живлення пред'являються вимоги:

- надійного встановлення процесу зварювання;
- зменшення втрат металу на чад та розбризкування;
- хорошого формування шва.

Дуга, що горить в атмосфері вуглекислого газу, відрізняється деякими особливостями:

- через охолоджуючу дію захисного газу ускладнюється ріст поперечного перетину стовпа дуги, внаслідок чого статична характеристика дуги має зростаючу форму;

- напруженість стовпу дуги у 2 - 3 рази менші, ніж при

зварюванні під флюсом;

- крапля розтопленого металу на торці електродного дроту має тенденцію до зростання доти, доки не відбудеться замикання дугового проміжку.

Ці особливості дуги сприяють тому, що процес зварювання у вуглекислому газі іде з безупинними короткими замиканнями. Частота коротких замикань дуже висока і складає 10 - 100 разів у секунду. Для зварювання застосовують напівавтомати та автомати, працюючі по системі саморегулювання. В цих умовах стійкість процесу зварювання досягається тільки при використанні джерел живлення постійного струму з пологопадаючою зовнішньою характеристикою.

Пологопадаюча зовнішня характеристика забезпечує:

- надійне початкове збудження дуги завдяки великому значенню струму короткого замикання;

- легкий розрив рідкої перемички при короткому замиканні краплі на виріб;

- підтримку заданих напруги та струму дуги при коливаннях вильоту електрода;

- саморегулювання дуги.

Динамічні властивості джерела підбирають залежно від діаметру електродного дроту. Надійне початкове та повторне збудження дуги, мале розбрикування, стійкість процесу досягаються при швидкості зростання струму короткого замикання 80 – 180 кА/с для дроту діаметром 1 – 1,4 мм. Збільшення швидкості зростання струму короткого замикання понад оптимального значення призводить до сильного розбрикування розтопленого електродного металу, зниження – до замикання на виріб та обгорання дроту і порушення зварювального процесу. Основним способом регулювання динамічних властивостей зварювальних випрямлячів є включення у зварне коло послідовно з дугою стабілізуючого дроселя.

9.2.2 Конструктивна будова та принцип роботи випрямлячів ВДГ-302 і ВДГ-303

Випрямляч ВДГ-302 складається (рис. 9.1) із силового трифазного знижуючого трансформатора Т1 з нормальним магнітним розсіянням дроселя насичення А із самопідмагнічуванням, силового випрямного блоку У1-У2, стабілізуючого дроселя L, пускорегулювальної і захисної апаратури.

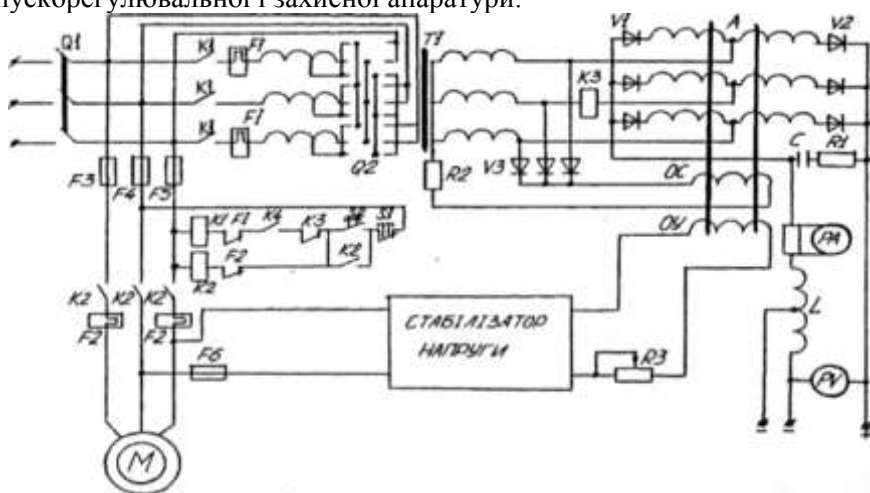


Рисунок 9.1 – Електрична схема ВДГ-302

Сильовий трансформатор забезпечує пологопадаючі зовнішні характеристики та ступінчасте регулювання зварювальної напруги. За допомогою перемикача Q2 первинні обмотки силового трансформатора вмикають зіркою – 1 східець (35В), трикутником – 2 східець (44В), трикутник з відпайками, що зменшують число витків первинної обмотки – 3 східець регулювання (61В).

Дросель насичення забезпечує плавне регулювання зварювальної напруги. Він складається з шести робочих обмоток, розміщених на шести окремих стрічкових магнітопроводах, обмотки керування ОУ та обмотки зміщення ОС, що охоплюють всі шість магнітопроводів. Обмотка керування живиться від мережі через запобіжник F6 та стабілізатор напруги. Змінюючи за допомогою резистору R3 струм в обмотці керування, змінюють магнітний стан

дроселя насичення і, тим самим, вихідну напругу випрямлячу. Чим більше струм керування, тим менший індуктивний опір дроселя насичення і тим більше зварна напруга випрямлячу. Плавне регулювання можна виконувати на пульті випрямляча або з дистанційного пульта (останній на схемі не показаний). Обмотка зміщення служить для розширення діапазону плавного регулювання напруги. Вона живиться від вторинної обмотки трансформатора Т1 крізь допоміжний випрямляч У3 і резистор R2. Створений обмоткою зміщення магнітний потік зміщує криву намагнічування дроселя насичення в область позитивних струмів управління, забезпечуючи можливість плавного регулювання зварювальної напруги в межах 10 - 12 В у кожному діапазоні.

Випрямляючий блок складається з шести кремнієвих вентилів В200, включених по трифазній мостовій схемі. Конденсатор С1 та резистор R1 служать для захисту вентилів від перенапруг. Струмове реле К3 захищає вентиля від перевантажень по струму, відключає випрямляч від мережі за допомогою нормально замкнутого контакту К3 при аварійних коротких замиканнях. Стабілізуючий секційний дросель L звичайної конструкції з повітряним зазором забезпечує необхідну швидкість наростання струму при коротких замиканнях при зварюванні дротами різного діаметру і має два діапазони регулювання. Напругу та струм випрямлячу контролюють за допомогою вольтметра PV та амперметра PA.

Випрямляч підключається до мережі крізь автоматичний вимикач Q1. При натиску кнопки S2 "Пуск" напруга мережі поступає на магнітний пускач K2, який своїми нормально відкритими контактами блокує кнопку S2 та підключає напругу до двигуна вентилятора М. При нормальній роботі вентилятора замикається повітряне реле K4, вмикається магнітний пускач K1 і підключає своїми нормально відкритими контактами силовий трансформатор випрямляча до мережі. На дугу подається зварювальна напруга. Відключається випрямляч, натиском кнопки S1 "Стоп".

У випрямлячі ВДГ-303 застосований (рис. 9.2) стабілізуючий дросель спеціальної конструкції, що забезпечує безступінчасте регулювання індуктивності залежно від режиму зварювання. Дросель L2 - броньового типу із повітряним зазором, має основну робочу обмотку I, включену послідовно в зварне коло і дві допоміжні обмотки керування II і III, підключені через діоди VD4 та VD5 до

мінусового затиску випрямляча.

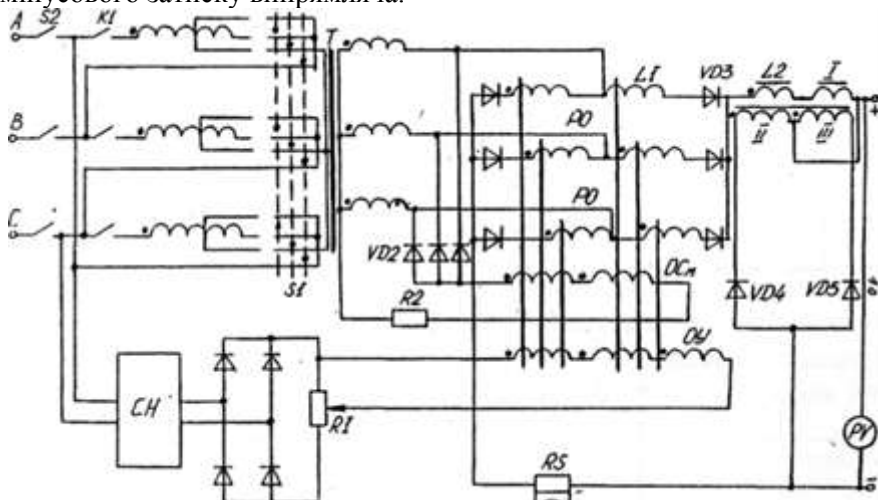


Рисунок 9.2 – Електрична схема ВДГ-303

Таблиця 9.1 – Технічні дані випрямлячів із дроселем насичення

Параметри	ВДГ-302	ВДГ-303
Номінальний зварний струм, А	315	315
Номінальний режим роботи ПВ, %	60	60
Номінальна робоча напруга, В	40	40
Межі регулювання напруги, В	16-40	16-40
Межі регулювання сили зварювального струму, А	50-315	50-315
Первинна потужність, кВА	21	21
ккд	0,75	0,75
Розміри, мм	1085x748x953	735x605x950
Маса, кг	270	215
Крутизна нахилу характеристики	0,04	0,04

Загальна кривка обмоток II і III підключена до плюсового затиску. При роботі дроселя (під час горіння дуги) на робочій обмотці дроселя виділяється змінна складова випрямленої напруги з частотою 300 Гц. Ця напруга індукуюється в обох обмотках керування і випрямляється діодами. Випрямлений струм тече по обмоткам управління, замикається через дугу і змінює при цьому індуктивність дроселя при зварюванні (так же як струм в обмотці управління змінює

індуктивність дроселя насичення).

Величина індуктивності залежить від режиму зварювання. При зварюванні на малих струмах напруга дуги невелика, струм в обмотках II і III достатньо великий, а дросель L2 внаслідок має малу індуктивність. При зварюванні на великих струмах зростає запираюча напруга на дузі, струм в допоміжних обмотках II і III зменшується індуктивність дроселя зростає. Зміна індуктивності дроселя діється автоматично при зміні режиму зварювання [6-8].

9.3 Завдання на підготовку до лабораторної роботи

1. Вивчити загальні відомості, технічні характеристики і принцип роботи ВДГ-302 і ВДГ-303.

2. Підготувати таблиці для запису результатів випробувань джерела на холостому ході і при навантаженні.

9.4 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. Призначення стабілізуючого дроселя.
4. Як формуються зовнішні характеристики випрямлячів ВДГ-302 і ВДГ-303
5. Призначення дроселя насичення.
6. Послідовність включення випрямлячу під навантаженням.
7. Ступінчасте регулювання робочої напруги випрямлячу.
8. Призначення обмотки зміщення. Що станеться при її відключенні?
9. Будова і робота дроселя насичення випрямлячу ВДГ-302.
10. Влаштування і робота стабілізуючого дроселя випрямляча ВДГ-303
11. Призначення елементів захисту у зварювальних

випрямлячах.

9.5 Матеріали, інструмент, прилади, обладнання

1. Амперметр постійного струму на 1000 А.
2. Вольтметр.
3. Пальник.
4. Кабелі з номінальною площею перерізу дроту 25 мм².
5. Баластний реостат РБ-301.

9.6 Порядок проведення лабораторної роботи

Скласти електричну схему для дослідження властивостей випрямляча (рис. 9.3)

Визначити систему вимірювальних приладів, ціну поділу, межу виміру, клас точності і дані внести у таблицю 9.2.

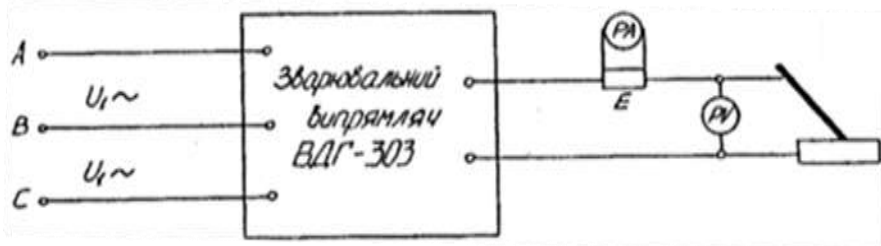


Рисунок 9.3 – Вимірювальна схема

Таблиця 9.2 – Вимірювальні прилади

Назва приладу	Позначення на схемі	Система приладу	Ціна поділу	Межа виміру	Клас точності

Визначити напругу холостого ходу випрямляча у різних діапазонах регулювання. Для цього розімкнути рубильники баластного реостату, який використовується як навантаження. Встановити перемикачем на задній стінці випрямлячу 1 ступінь, включити випрямляч в мережу, занести показання вольтметра у

таблицю. Відключити випрямляч від мережі, переключити ступінь регулювання, повторити досвід на II і III ступенях.

Таблиця 9.3 – Дослід холостого ходу

№	Діапазон регулювання	Напруга холостого ходу, В

Дослідити випрямляч під навантаженням. Включити 1 діапазон регулювання.

Встановити мінімальний струм в обмотці керування дроселю насичення. Включити випрямляч у мережу, починаючи із холостого ходу, за допомогою баластного реостату збільшити навантаження випрямлячу з 6 - 10 А до номінальної. Для кожного значення зварного струму визначити напругу на повторних клеммах випрямлячу (табл. 9.4)

Таблиця 9.4 – Робота випрямляча під навантаженням

Діапазон регулювання	Струм управління	Параметри	Результати експерименту				
		U, В					
		I, А					
		U, В					
		I, А					

Повторити дослід при максимальному значенні струму в обмотці керування дроселя насичення.

Відключити випрямляч від мережі. За допомогою перемикача встановити II діапазони регулювання. Ввімкнути випрямляч у мережу.. Встановити необхідний струм керування, ввімкнути навантаження. Повторити досліди на II і III діапазонах при різних значеннях струму керування.

Провести експеримент по визначенню регулюючої характеристики випрямляча. Для цього включити один з рубильників (3 або 4) баластного реостату, встановити 1 діапазон регулювання і мінімальний струм в обмотці керування дроселя насичення. Включити випрямляч у мережу. Змінюючи значення струму в обмотці керування від 0 до 1,5 А крізь 0,1 – 0,2 А, визначити значення зварювальної напруги випрямляча (табл. 9.5).

Таблиця 9 5 – Залежність зварювальної напруги випрямлячу від струму керування дроселя насичення

Зварювальна напруга, В							
Струм керування, А							

Використовуючи отримані результати побудувати по даним таблиці 9.4 зовнішні характеристики випрямлячу. Пояснити характер зміни отриманих кривих. Визначити крутизну нахилу зовнішньої характеристики і значення тангенса кута нахилу зовнішньої характеристики.

Підрахувати величину відхилення струму випрямлячу при зміні довжини дуги на 1 мм за умови, що статична характеристика дуги має жорстку форму, а напруженість стовпу дуги складає 2–4 В/мм.

По даним таблиці 9.5 побудувати регулювальну характеристику випрямлячу. Пояснити її зміну, визначити діапазон плавного регулювання.

9.5 Зміст звіту

1. Найменування і ціль роботи, ПІІ студента, номер групи.
2. Технічні характеристики випрямлячу.
3. Вимірювальну схему і таблицю вимірювальних приладів.
4. Результати випробувань (у вигляді таблиці, графіків, розрахунків) і їх аналіз.
5. Аналіз отриманих результатів
6. Висновки по роботі. У висновках вказати призначення, зварювальні властивості випрямлячу, фізичний зміст засобів регулювання напруги.

ВКАЗІВКИ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ

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

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

3. Джерело необхідно підключати до штепсельних розеток, які заземлені.

4. Заборонено торкатися кабелів, приладів, електрода та виробів при роботі.

5. При обслуговуванні й експлуатації обладнання необхідно дотримувати «Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів» і вимоги стандартів безпеки праці (ССБТ) - ГОСТ 12.3.003-86, ДСТУ 7237:2011 і ДСТУ 2456-94.

6. Напруга мережі небезпечна, тому підключення установки до мережі повинне здійснюватися кваліфікованим персоналом, що має допуск на виконання даного виду робіт. Перед включенням установок необхідно надійно заземлити корпус установки на заземлюючий контур обладнання пристроєм заземлення, що розташовано усередині виробу. Підключення до контуру заземлення забезпечується через жовто-зелений дріт в складі мережного кабелю. Повинні бути надійно заземлені: клема «земля» на силовому кабелі, підключеному до виробу (зворотній дріт), і зварюваний виріб.

7. Забороняється:

– використати як заземлюючий контур елементи заземлення іншого встаткування;

– включати установку без заземлення.

8. Підключення установки повинне здійснюватися тільки до промислових мереж і джерел. Якість підведеної до установок електричної енергії повинна відповідати нормам за ГОСТ 13109-97. Перетин дротів, що з'єднують установки з живильною мережею, повинен відповідати вимогам ПЕЕ по щільності первинного струму,

9. Перед початком зварювальних робіт необхідно перевірити етап ізоляції дротів, якість з'єднань контактів зварювальних кабелів і

заземлюючих дротів. Не допускаються переміщення установки, що перебуває під напругою, а також експлуатація установки зі знятими елементами кожуха й при наявності механічних ушкоджень ізоляції струмоведучих частин і органів керування.

10. Установка не призначена для роботи в середовищі, насиченим струмопровідним пилом, парами води й газів, що викликають посилену корозію металів і руйнують ізоляцію. Можливість роботи установки в умовах, відмінних від зазначених, повинна обумовлюватися з підприємством-виготовлювачем.

11. Місце виробництва зварювальних робіт повинне бути обладнане необхідними засобами пожежогасіння згідно вимог пожежної безпеки.

12. Ультрафіолетове випромінювання, бризки розплавленого металу, що супроводжують процес зварювання, є небезпечними для очей і відкритих ділянок тіла. Для захисту від випромінювання дуги потрібно застосовувати щиток або маску із захисними світлофільтрами, що відповідають даному засобу зварювання й величині зварювального струму. Для запобігання опіків руки зварника повинні бути захищені рукавицями, а тіло - спеціальним одягом.

13. При роботі в закритих приміщеннях, для вловлювання аерозолів, що утворюються в процесі зварювання, і димовиділень на робочих місцях необхідно передбачати місцеві відсоси й вентиляцію.

14. Зачищення зварених швів від шлаків варто робити тільки після повного остигання шва й обов'язково в окулярах із простими скельцями.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Браткова О. Н. Источники питания сварочной дуги. Москва: Машиностроение, 1982. 182 с.
2. Голошубов В. І. Зварювальні джерела живлення. Київ: Арістей, 2005. 448 с.
3. Патон Б. Е., Лебедев В. К. Электрооборудование для дуговой и шлаковой сварки. Москва: Машиностроение, 1966. 359 с.
4. Патон Б. Е., Лебедев В. К. Оборудование для шлаковой дуговой сварки. Москва: Машгиз, 1966. 359 с.
5. Александров А. Г., Заруба И. И., Пиньковский И. В. Источники питания для дуговой и электрической сварки. Днепропетровск: Промінь, 1976. 151 с.
6. Александров О. Г., Заруба І. І., Піньковський І. В. Будова та експлуатація устаткування для зварювання плавлянням. Київ: Техніка, 1998. 176 с.
7. Закс М. И. Сварочные выпрямители. Ленинград: Энергоатомиздат, 1983. 94 с.
8. Оборудование для дуговой сварки: справочное пособие / под ред. В. В. Смирнова. Ленинград: Энергоатомиздат, 1986. 656 с.
9. Потапьевский А. Г. Сварка в защитных газах плавящимся электродом. Москва: Машиностроение, 1974. 240 с.
10. Заруба И. И. Условие устойчивости процесса сварки с короткими замыканиями. *Автоматическая сварка*. 1971. №2. С. 1–4.
11. Александров А. Г., Заруба И. И., Пиньковский И. В. Эксплуатация сварочного оборудования. Київ: Будівельник, 1990. 224 с.
12. Александров О. Г., Антонюк Д. А., Капустян О. С. Джерела живлення для дугового зварювання та наплавлення: навчальний посібник. Львів: Новий світ 2000, 2013. 224 с.