

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Запорізький національний технічний університет

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторної роботи № 8
«Дослідження принципу дії зварювальних контакторів»
з дисципліни «Автоматичне керування зварюванням» для студентів
спеціальності 131 «Прикладна механіка» усіх форм навчання

2017

Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи № 8
«Дослідження принципу дії зварювальних контакторів» з дисципліни
«Автоматичне керування зварюванням» для студентів спеціальності
131 «Прикладна механіка» усіх форм навчання / Укл.: А.О. Шумілов, О.Є.
Капустян – Запоріжжя: ЗНТУ, 2017. - 14 с.

Укладачі: А.О. Шумілов, канд. техн. наук, доцент
О.Є. Капустян, ст. викладач;
Рецензент: Ю.М. Савонов, канд. техн. наук, доцент
Редактор: І.П. Аверченко
Відповідальний за випуск: О.Є. Капустян

Затверджено
на засіданні кафедри ОТЗВ
Протокол № 8 від 29.03.2017

Рекомендовано до видання
НМК ІФФ
Протокол № 8 від 11.04.2017

ЗМІСТ

1 МЕТА РОБОТИ	4
2 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ	4
2.1 Тиристорні контактори	4
2.2 Робота асинхронного контактора	6
2.3 Будова та принцип роботи синхронного контактора	6
2.4 Будова та принцип роботи контактора типу КТ-02УН.....	9
3 КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ І КОНТРОЛЮ ПІДГОТОВЛЕНOSTІ СТУДЕНТІВ ДО РОБОТИ.....	11
4 МАТЕРІАЛИ, ІНСТРУМЕНТ, ПРИЛАДИ, ОБЛАДНАННЯ.....	12
5 ВКАЗІВКИ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ.....	12
6 ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ.....	12
8 РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА	13

1 МЕТА РОБОТИ

Вивчити принцип дії тиристорних контакторів і зняти їх характеристики.

2 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

2.1 Тиристорні контактори

Тиристорні контактори які отримують все більш широке застосування в машинах для контактного стикового зварювання, в одних машинах (наприклад, К724А) служать тільки для комутації силового зварювального кола, а в інших (К838 К839 К840) забезпечують також фазове регулювання зварювальної напруги.

Тиристорний контактор задовольняє вимогам до обох стаціонарних станів краще, ніж транзисторний, але гірше в порівнянні з механічним контактором. Для відводу в навколишнє середовище втрат потужності, що виділяються в тиристорах, необхідні відповідні охолоджувачі. Тому якщо розміри і зовнішній вид механічних контакторів в більшості випадків визначаються ізоляцією струмопідводящих кабелів і пристроєм гасіння дуги, розміри і зовнішній вигляд тиристорних контакторів істотно залежать від необхідних охолоджувачів, а при використанні в ланцюгах постійного струму - і від вузла примусової комутації. Зате тиристорні контактори в порівнянні з механічними мають істотно більший термін служби і забезпечують більшу швидкодію.

Тиристорні контактори забезпечують синхронність включення, економлять електроенергію і воду, покращуючи, одночасно, якість зварювання. Тому тиристорні контактори повинні використовуватися насамперед там, де потрібна висока динаміка перехідних процесів і необхідна висока надійність при великому числі перемикань. У порівнянні з транзисторними контакторами вони забезпечують більшу потужність, що комутується.

Контактор змінного струму. Такі комбіновані тиристорні контактори випускаються на струми в сотні ампер. Оскільки

тиристри працюють в короткочасному режимі, вони не перегріваються і не потребують радіаторів охолодження.

Особливість застосування тиристорних контакторів в стикових машинах полягає в тому, що в процесі зварювання коефіцієнт потужності змінюється від 0,98 (режим оплавлення) до 0,4 (режим короткого замикання), тоді як в контактних точкових машинах можна заздалегідь налаштуватися на необхідний $\cos\phi$. Тому при перемиканні напруги в ході оплавлення кут включення тиристорів може не відповідати цьому значенню коефіцієнта потужності. У зварювальному колі виникають перехідні процеси і сила струму може бути більше, ніж при короткому замиканні. Обмеження області застосування тиристорних контакторів в стикових машинах зумовлено недостатньою потужністю серійних контакторів і труднощами охолодження тиристорів в польових умовах, особливо в зимовий період.

У більшості типів тиристорних контакторів постійного струму передбачається штучна комутація тиристорів, для реалізації якої розроблено багато різних схем.

Тиристорні контактори підрозділяються на синхронні та асинхронні.

Схема ігнітронного асинхронного контактора приведена на рисунку 2.1. Він складається з ртутних силових вентилів-ігнітронів H1, H2 діодів в колі запалюючих електродів VD1-VD4, запобіжника FU, контактів гідралічного реле РГ і керуючого контакту К.

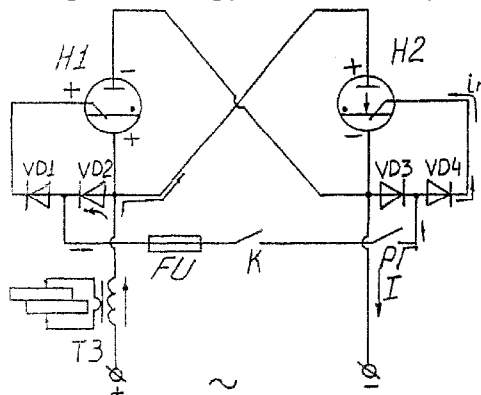


Рисунок 2.1 - Принципова схема асинхронного ігнітронного контактора

Ігнітрони НІ, Н2 вмикаються зустрічно-паралельно між собою та послідовно з первинною обмоткою зварювального трансформатора ТЗ.

2.2 Робота асинхронного контактора

Вмикання контактора здійснює реле часу „зварювання”, яке може бути виконане або на електронних лампах, або на транзисторах, або на логічних елементах.

Ігнітрони НІ, Н2 працюють по черзі, пропускаючи півхвилю зварювального струму.

При спрацюванні контакту К (реле часу) за умови, що на лівій клемі буде "+", а на правій - "-", спрацює ігнітрон Н2. При цьому на його аноді буде "+", на катоді - "-" і на запалюючому електроді також буде "+" через первинну обмотку ТЗ, діод VD2, FU, К, РГ, VD4. Ігнітрон НІ буде зачинений, тому що у нього на катоді буде "+", а на аноді - "-". При зміні полярності ввімкнеться ігнітрон НІ і зачиниться ігнітрон Н2.

Таким чином, можна зробити висновок, що асинхронний контактор керується напругою мережі й пропускає змінний струм стільки часу, скільки буде замкнений контакт К.

Синхронні контактори керуються від трансформатора імпульсів і дозволяють регулювати не тільки кількість зварювальних імпульсів, але й діюче значення струму в імпульсі (рис. 2.2).

2.3 Будова та принцип роботи синхронного контактора

В лівій частині несучої панелі розташовані силові тиристори, в правій частині панелі - елементи керування, захисту та індикації повнофазного режиму, та контакт для підключення регулятора зварювання.

Давач реле температури ДРТ-Б-60 для контролю перегріву охолоджувачів силових тиристорів закріплений на радіаторі одного з тиристорів з боку зливу охолоджувальної води.

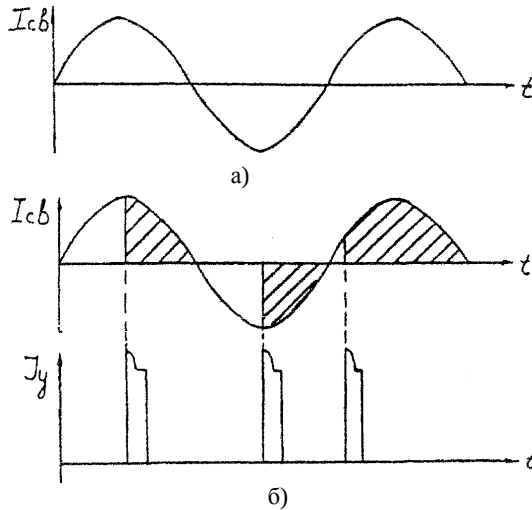


Рисунок 2.2 - Осцилограма зварювального струму в асинхронному (а) та синхронному (б) контакторах

При почерговому вмиканні контакторів VS1, VS2 (рис. 2.3) через первинну обмотку зварювального трансформатора тече змінний струм. Зміна величини струму відбувається шляхом фазового регулювання імпульсів, що поступають на вхід контакторів.

Коло R1, C1 призначене для обмеження швидкості збільшення напруги на силових тиристорах VS1, VS2.

Для захисту силових тиристорів VS1, VS2 від імпульсних перенапруг R4, R5, конденсатори C2, C3, діоди VD2, VD3 та імпульсний трансформатор ТД1, на вхід якого надходять імпульси від регулятора зварювання.

Керування контактором здійснюється від синхронних регуляторів зварювання, які дають на виході однополярні симетричні імпульси з параметрами:

Напруги $20 \text{ В} \pm 5 \text{ В}$ на опорах $6,2 \text{ Ом} \pm 5 \%$ та $100 \text{ Ом} \pm 5 \%$, тривалість на рівні, не нижче $15 \text{ В}, 200 \text{ мкс} \pm 100 \text{ мкс}$ і частота в два рази перевищує частоту мережі.

Для індикації повнофазного режиму контакторів в схемі установлений газовий тиратрон Н, який повністю згасає в інтервалах проходження зварювального струму.

З'єднання контакторів з регулятором відбувається через контакт XI..

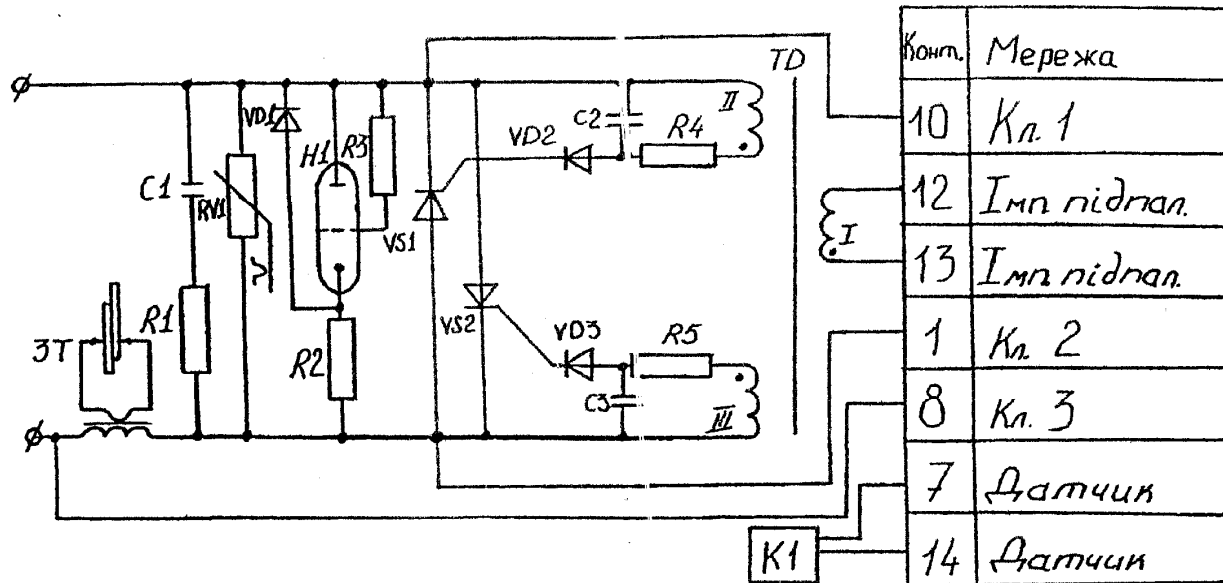


Рисунок 2.3 - Електрична принципова схема тиристорного синхронного контактора К Т-11, КТ-

2.4 Будова та принцип роботи контактора типу КТ-02УН

Контактор зібраний з силових тиристорів типу TB500 чи TB800, з'єднаних зустрічно-паралельно.

При установці контактора в зварювальній машині клеми КЛ1 й КЛ3 підключаються до мережі, клема КЛ2 - до зварювального трансформатора.

При змінному вмиканні силових тиристорів VS1 й VS2 (рис. 2.4) через первинну обмотку зварювального трансформатора йде змінний струм, величина якого регулюється зміною фази вмикання тиристорів.

Коло P1, C1, призначене для обмеження швидкості збільшення напруги на тиристорах VS1 й VS2. Ємність C2 з розряджувачим опором R5, ввімкнена через мостовий випрямляч на діодах VD1-VD4, призначена для захисту тиристорів від імпульсних напруг. Коло з діодів VD5-VD6 й опору R2 попереджає розряд ємності C2 під час проходження імпульсів струму навантаження контакторів при повно фазному ввімкненні тиристорів, коли напруга на вході випрямлювача VD1-VD4 наближена до нуля.

Керування силовими тиристорами відбувається за допомогою допоміжного тиристора VS3 та випрямляючого моста на діодах VD9-VD12. Така схема дозволяє подавати керуючі імпульси струму на той силовий тиристор, до якого в цей момент подана напруга в прямому напрямку. Опір R10 обмежує величину струму імпульсів керування, а ланцюжок, складений зі стабілітрона VD17 та конденсатора C5 підвищує надійність ввімкнення тиристора VS3 при великих струмах навантаження контактора.

На вхід тиристора VS3 надходять імпульси частотою 100 Гц від регулювача циклу зварювання, які проходять через опір R11, трансформатор Т та діод VD18.

Коло R2, R3, R4, C3 призначене для незалежного навантаження струмом тиристора VS3, коли імпульси керування надходять на вхід контактора раніше моменту відновлення напруги на силових тиристорах й підвищує надійність роботи контактора у режимі пропускання повнофазного струму.

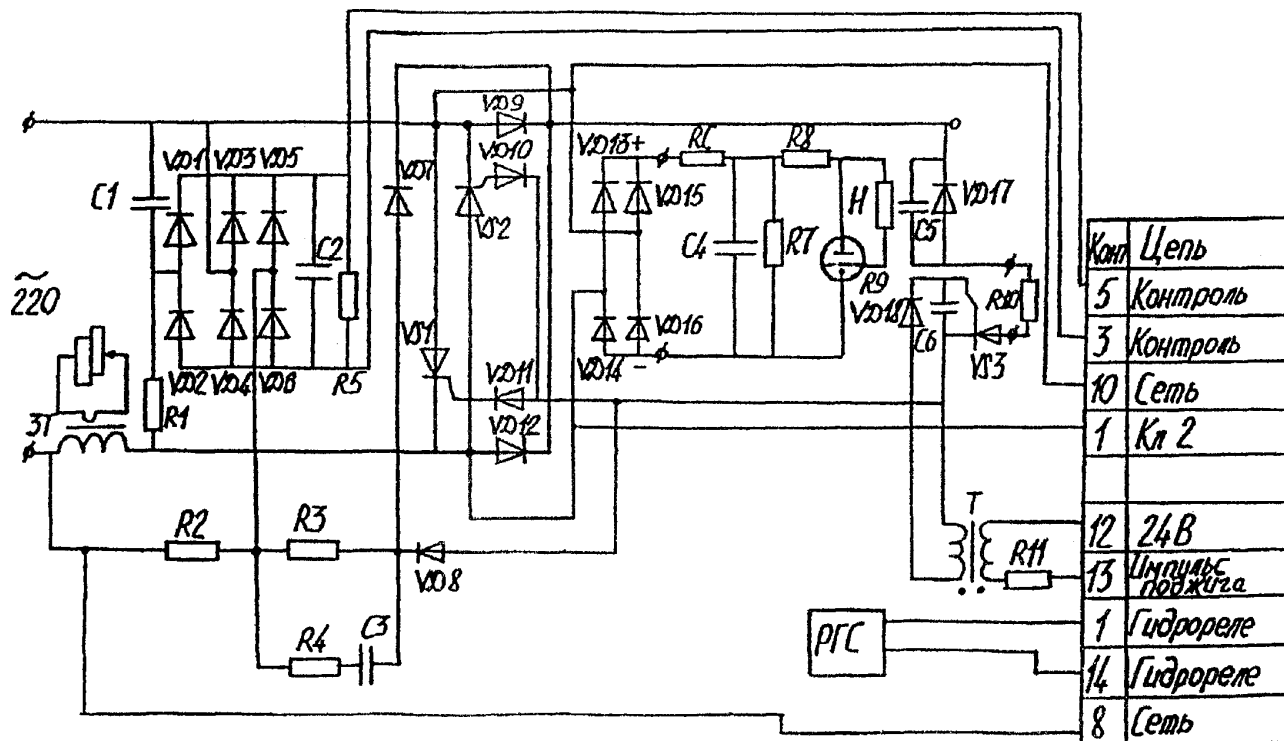


Рисунок 2.4 — Принципова схема контактора КТ-02УН

При відсутності струму з моста на діодах VD9-VD12, тиристор VS3 підтримується у ввімкненому стані струмом, який проходить колом: мережа – КЛЗ, R2 - R4, C3 - VD7 - VD17, R10 - VS3 – VD10(VD11) - KJI1 - мережа, або колом: мережа - KJI1 - VD9 - VD17 - RIO - VS3 - VD8 – C3 - R4 - R2 – КЛЗ - мережа. При відновленні напруги на тиристорах VS1, VS2 через мостовий випрямлювач VD5, VDC та раніше відкритий тиристор VS3 надходить імпульс струму для ввімкнення чергового силового тиристора.

Схема працює так: коли контактор не вмикається під дією напруги на тиристорах через тиратрон йде струм, випрямлений за допомогою мостового випрямлювача на діодах VD13 -VD16 і обмежений опором R8. При повнофазному ввімкненні контактора напруга на тиратроні не встигає повністю відновитися і тиратрон згасає. Ємність C4 призначена для підвищення точності фіксування повно фазного стану контактора.

Для обмеження температури нагріву силових тиристорів застосовано водяне охолодження (рис. 2.4). При зниженні нагріву витрат води нижче номінального гідрореле РГС розриває свої блок-контакти, виведені на клеми 7, 14 і впливає на регулятор циклу зварювання. При цьому струм через контактор не проходить.

3 КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ І КОНТРОЛЮ ПІДГОТОВЛЕНOSTІ СТУДЕНТІВ ДО РОБОТИ

1. З чого складається ігнітрон?
2. Яке призначення тиристорів у контакторі?
3. Як вмикається контактор до мережі?
4. Чим відрізняється синхронний контактор від асинхронного?
5. Який принцип роботи варистора RV1?
6. Як обмежується швидкість зростання напруги у тиристорах?
7. Чим керуються контактори?
8. Для чого служить тиратрон HI?
9. Як здійснюється запуск контактора КТ-02УН?

4 МАТЕРІАЛИ, ІНСТРУМЕНТ, ПРИЛАДИ, ОБЛАДНАННЯ

Стенд для досліджень.

5 ВКАЗІВКИ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ

1. До лабораторних робіт допускаються студенти після інструктажу з охорони праці та пожежної безпеки.
2. Забороняється вмикати електричні прилади та обладнання без дозволу завідуючого лабораторією або викладача.
3. У випадку виявлення неполадок обладнання студент мусить негайно повідомити викладача або завідуючого лабораторією.
4. При пожежі або ураженні електричним струмом студенти повинні діяти у відповідності до затверджених інструкцій з охорони праці та пожежної безпеки.

6 ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

- 6.1 Ознайомитись зі схемою та принципом будови тиристорного контактора КТ-1.
- 6.2 Ввімкнути тумблер „Мережа" на пульті лабораторної роботи, на передній панелі осцилографа.
- 6.3 Підімкнути вхідний дріт осцилографа до клем „керуючі електроди".
- 6.4 Натиснути кнопку „педаль", заміряти параметри керуючих імпульсів та побудувати графік залежності $I_{\text{кер}} = f(t)$.
- 6.5 Підімкнути вхідний дріт осцилографа до клем „зварювання", натиснути кнопку „педаль" та побудувати графік $I_{\text{зв}} = f(t)$.
- 6.6 Побудувати графік зміни зварювального струму через контактор.

7 ЗМІСТ ЗВІТУ

1. Тема та мета роботи.
2. Порядок проведення лабораторної роботи.
3. Схема лабораторного стенда.
4. Результати дослідів, які оформлені графіками $I_{\text{кер}} = f(t)$, $I_{\text{зв}} = f(t)$, графік зміни зварювального струму через контактор.
5. Висновки по роботі.

8 РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Аксельрод Ф.А., Миркин А.М. Оборудование для сварки давлением. – М.: Высшая школа. 1975. – 238 с.
2. Глебов Л.В. и др. Расчет и конструирование машин контактной сварки. Л.: Энергоиздат, 1981. – 424 с.
3. Технология и оборудование контактной сварки / Под. ред. Б.Д. Орлова. - М: Машиностроение. 1975. - 534 с.
4. Паспорт. Контакторы тиристорные типа КТ-11УХЛ4, КТ-12УХЛ4.
5. Клименко Б. В. Електричні апарати. Електромеханічна апаратура комутації, керування та захисту. Загальний курс: навчальний посібник. — Х.: Точка, 2012. — 340 с.
6. Низьковольтні електричні та електронні реле, контактори, пускачі : навч. посіб. для студ. електромех. та електротехн. профілю вищ. навч. закл. / М. В. Бурштинський, Б. І. Крохмальний, М. В. Хай ; М-во освіти і науки України, Нац. ун-т "Львів. політехніка". – Л. : Вид-во Нац. ун-ту "Львів. політехніка", 2011. – 172 с. :
7. Рожкова Л. Д., Козулин В. С. Электрооборудование станций и подстанций: Учебник для техникумов. — М.: Энергоатомиздат, 1987.
8. Рожкова Л.Д., Карнеева Л.К., Чиркова Т.В. Электрооборудование электрических станций и подстанций 4-е изд., стер. М.: Академия, 2007. - 448 с.

9. Гуревич В. И. Электрические реле. Устройство, принцип действия и применения. Настольная книга инженера. — М.: Солон-пресс, 2011. — 700 с.: ил. — ISBN 978-5-91359-086

10. Чунихин А. А. Электрические аппараты. — М.: Энергоатомиздат, 1988. — 720 с. ISBN 5-283-00499-6

11. ДСТУ 2848-94 Апарати електричні комутаційні. Основні поняття. Терміни та визначення.

12. ДСТУ EN 60947-4-1:2014 Пристрої комплектні розподільчі низьковольтні. Частина 4-1. Електромеханічні контакт й пускачі електродвигунів.

13. ГОСТ Р 50030.4.1-2002 (МЭК 60947-4-1-2000) Аппаратура распределения и управления низковольтная. Часть 4-1. Контактторы и пускатели. Электромеханические контакторы и пускатели.

14. ГОСТ 14312-79. Контакты электрические. Термины и определения