

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

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до виконання лабораторної роботи № 9  
«Дослідження безконтактних індуктивних вимикачів»  
з дисципліни «Автоматичне керування зварюванням» для студентів  
спеціальності 131 «Прикладна механіка» усіх форм навчання

2017

Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи № 9  
«Дослідження безконтактних індуктивних вимикачів» з дисципліни  
«Автоматичне керування зварюванням» для студентів спеціальності  
131 «Прикладна механіка» усіх форм навчання / Укл.: А.О. Шумілов, О.Є.  
Капустян – Запоріжжя: ЗНТУ, 2017. - 10 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

## 1 МЕТА РОБОТИ

Дослідження принципу дії впливу матеріалу якоря на відстань до чутливого елемента при спрацьовуванні.

## 2 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

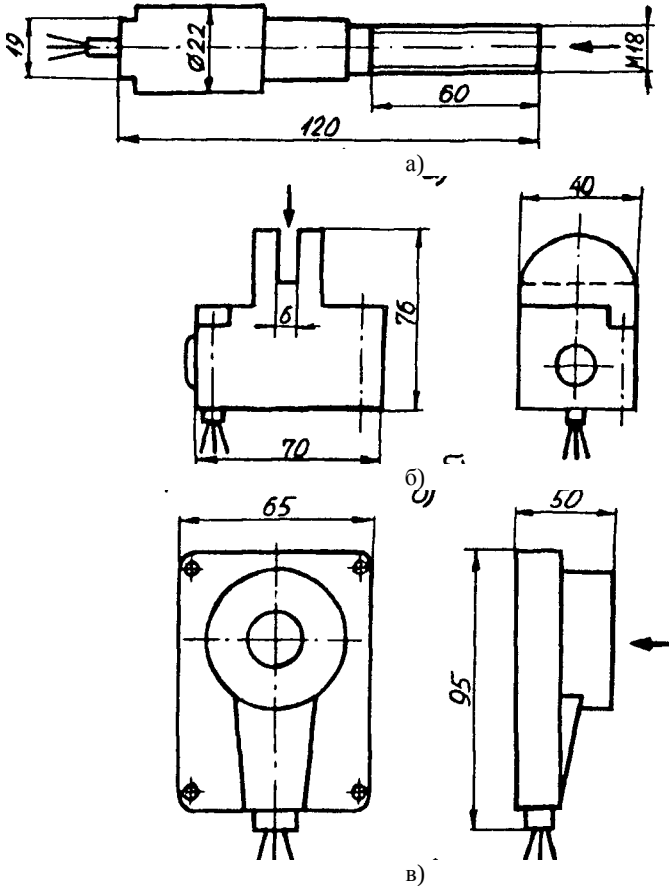
Для автоматизації збиральних, зварювальних та наплавочних операцій у сучасному машинобудуванні широко застосовуються безконтактні генераторні шляхові та кінцеві вимикачі (КВ) як датчики позиційних систем керування.

В системах промислової автоматики знайшли застосування як електроконтактні КВ з механічним та магнітним керуванням, так і безконтактні КВ з датчиками положень на базі індуктивних, гальваноманітних, ємнісних, фотоелектричних перетворювачів.

Перевага безконтактних КВ у значній швидкодії, відсутності механічних зусиль, малої чутливості до прискорень, вібрацій різкому зміненню зовнішніх умов, пожежно- і вибухобезпечності, безшумності та надійності (рис. 2.1).

Безконтактним вимикачем (ВБ) називається вимикач, що приводиться в дію зовнішнім об'єктом без механічного контакту вимикача і об'єкта. Комутація навантаження проводиться напівпровідниковими елементами вузла комутації ВБ.

Принцип дії заснований на зміні амплітуди коливань генератора при внесенні в активну зону датчика металевого, магнітного, феромагнітного або аморфного матеріалу певних розмірів. При подачі живлення на кінцевий вимикач в області його чутливої поверхні утворюється і змінюється магнітне поле, що наводить у внесеному в зону матеріалі вихрові струми, які призводять до зміни амплітуди коливань генератора. В результаті виробляється аналоговий вихідний сигнал, величина якого змінюється від відстані між датчиком і контрольованим предметом. Тригер Шмітта перетворює аналоговий сигнал в логічний.



а) ВКБ-03; б) БВК-24М; в) КВП-8;  
 стрілкою вказана зона чутливого елемента

Рисунок 2.1 - Зовнішній вид контактних вимикачів.

Індуктивні безконтактні вимикачі можуть складатися з таких основних вузлів (рис. 2.2):

1. Генератор створює електромагнітне поле взаємодії з об'єктом.
2. Тригер Шмітта забезпечує гістерезис при перемиканні.
3. Підсилювач збільшує амплітуду сигналу до необхідного значення.
4. Світлодіодний індикатор показує стан вимикача, забезпечує контроль працездатності, оперативність налаштування.

5. Компаунд забезпечує необхідний ступінь захисту від проникнення твердих частинок і води.

6. Корпус забезпечує монтаж датчика, захищає від механічних впливів. Виконується з латуні або поліаміду, комплектується кріпильними виробами. Для забезпечення працездатності в екстремальних умовах експлуатації електрична частина герметизується компаундом.

Входячи в зону чутливості безконтактного вимикача об'єкт, що рухається, викликає його спрацювання. При спрацьовуванні ВБ напівпровідниковий вузол комутації включає або відключає струм навантаження (до 400 мА постійного або до 500 мА змінного струму). Як навантаження може бути використаний вхід контролера, електронної схеми або безпосередньо обмотка реле, контактора.

В основі класифікації безконтактних вимикачів — їх основні характеристики, по них будується і система позначень.

Безконтактні вимикачі класифікуються:

За принципом дії чутливого елемента — індуктивні, ємнісні, оптичні, ультразвукові, магнітні, немеханічні.

За умов установки в конструкцію. Індуктивні і ємнісні ВБ випускаються утопленого або неутопленого виконання. Останнім необхідна наявність навкруги чутливого елемента зони, вільної від демпфуючого матеріалу.

За можливостями комутаційного елемента ВБ розрізняються по комутаційній функції і по типу виходу (схемам підімкнення).

За особливостями конструктивного виконання. ВБ розрізняються за формою корпусу і за способом підключення.

Безконтактний вимикач — позиційний вимикач, що приводиться в дію зовнішнім об'єктом дії без механічного контакту вимикача з рухомим об'єктом.

Безконтактний індуктивний вимикач — безконтактний вимикач, що створює електромагнітне поле в зоні чутливості і напівпровідниковий комутаційний елемент, що має.

Робота схеми КВ типу КВП-8 (рис. 2.2) побудована на збудженні та зриву коливань автогенератора при зміні коефіцієнту взаємодукції між обмотками зворотнього зв'язку  $L_1$  і  $L_2$ , які відбуваються при наближенні до чутливого елемента металевго екрану.

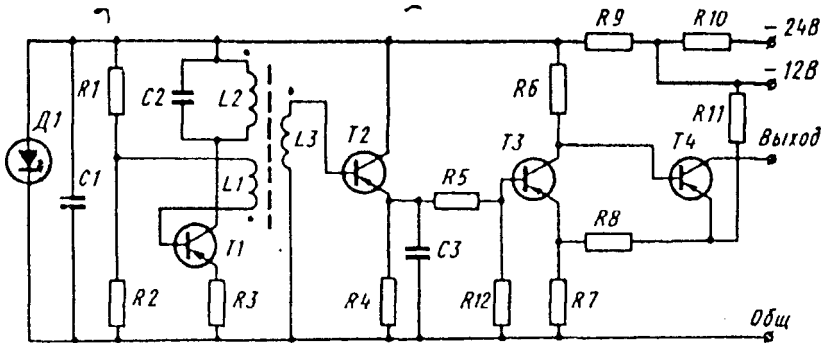


Рисунок 2.2 - Принципова схема вимикача КВП-8

## 2.1 Робота схеми КВП-8

Схема площинного вимикача КВП-8 складається з автогенератора, виконаного на транзисторі VT1, LI, L2 і C1, транзисторного детектора на VT2, та двокаскадного підсилювача на транзисторах VT3 і VT4. Індуктивність розташована у відкритій чашці броньованого стержня ОБ-48.

Коли генератор знаходиться у збудженому стані (екран відсутній) змінна напруга з L3 надходить на базу VT2 де випрямовується, згладжується фільтром C3, R5 і поступає на базу VT3, якій відкривається і пропускає зачиняючий позитивний потенціал по ланцюгу "Загальн", R7, перехід емітер-колектор, база VT4.

Транзистор VT4 зачиняється і навантаження, яке приєднується до клем: 24 В (12 В) і "вихід" - вмикається.

Якщо біля чутливого елементу проходить металевий екран, безконтактний вимикач спрацьовує. При цьому генератор загальмовується, напруга на фільтрі C3R5 дорівнює 0, VT3 зачиняється, а VT4 відчиняється і вмикає струм в ланцюг навантаження.

Резистори R12, R7, R8, R11 призначені для побудови негативного зміщення на базах зачинених транзисторів VT3 та VT4.

Техніко-експлуатаційні дані деяких вимикачів наведені у табл.

2.1.

Таблиця 2.1 - Техніко-експлуатаційні дані вимикачів

| Показник*                                                        | Тип вимикача     |                 |               |               |
|------------------------------------------------------------------|------------------|-----------------|---------------|---------------|
|                                                                  | КВД-50           | КВД -100        | КВП-8         | КВП-16        |
| Ширина щілини, робочий зазор, мм                                 | 50               | 100             | 8             | 16            |
| Матеріал якоря (екрана)                                          | Метал            | Метал           | Сталь*        | Сталь*        |
| Розміри якоря***, мм                                             | 150x150          | 150x150         | 50x50         | 50x50         |
| Відтворення точки спрацювання, мм                                | $\pm 0,25$       | $\pm 0,3$       | $\pm 0,2$     | $\pm 0,3$     |
| Додаткова похибка при змінній температури на $\pm 5^\circ$ , мм  | $\pm 1,5$        | $\pm 3,0$       | $\pm 1,0$     | $\pm 1,5$     |
| Додаткова похибка при змінній напруги живлення на $\pm 1\%$ , мм | $\pm 0,2$        | $\pm 0,3$       | $\pm 0,1$     | $\pm 0,15$    |
| Диференціал ходу, мм (не більш)                                  | 10               | 15              | 5             | 5             |
| Розміри, мм                                                      | 205×564×<br>×160 | 255×64×<br>×160 | 95×65×<br>×50 | 95×60×<br>×50 |
| Маса, кг                                                         | 1,7              | 1,8             | 0,3           | 0,3           |

\* Для всіх типів вимикачів максимальним струм навантаження 100 мА; потужність (включаючи навантаження) не більш 4 Вт; максимальна частота спрацювання 1000 Гц; межа робочих температур від - 30 до + 50° С; відносна вологість 30-80 %.

\*\* Діаміннітні якорі викликають спрацювання вимикачів при зазорі, не більш 2-4 мм.

\*\*\* Товщина якоря не менш 1,0 мм.

Схема двокаскадного підсилювача на VT3, VT4 має релейний режим роботи і забезпечує їх велику навантажувальну спроможність і легке узгодження з реле та безконтактними логічними елементами серії "Логика", "Мир" та інші.

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

1. Пояснити призначення, переваги і недоліки безконтактних кінцевих вимикачів.
2. Пояснити принцип дії схеми КВ.
3. Назвати основні технічні дані вимикачів.
4. Як змінюється чутливість датчиків від товщини та матеріалу екрана?
5. На яких елементах зібран автогенератор?

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

1. Пластинки екрану із сталі, міді та алюмінію товщиною 0,5 та 2,0 мм, розміром 50х50 мм.
2. Лінійка метрична із немагнітного матеріалу.
3. Датчики ВКБ-03 та КВП-8.
4. Універсальний вольтметр В7-21.
5. Джерело живлення Б5-45.

### **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

Ознайомитись з вимірювальними приладами Б5-45 та В7-21 А.  
Зібрати схему проведення дослідження (рис. 6.1).

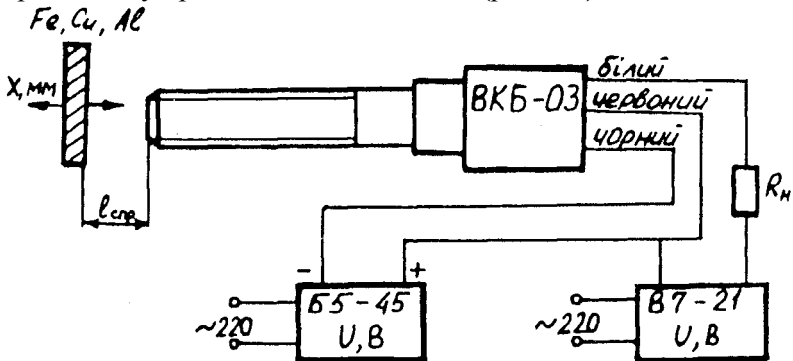


Рисунок 6.1 - Схема проведення вимірювання

Ввімкнути джерело живлення і вимірювальний прилад.

Послідовно підвести до чутливого елементу КВ екрани із сталі, алюмінію та міді різної товщини і зробити замір відстані на якій вони спрацьовують.

Заповнити табл. 6.1 та зробити загальні висновки.

Таблиця 6.1- Результати дослідження

| Матеріал екрану    | Відстань спрацювання, мм |     |     |     |     |     |
|--------------------|--------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
|                    | Fe                       |     | Cu  |     | Al  |     |
| Товщина екрану, мм | 0,5                      | 2,0 | 0,5 | 2,0 | 0,5 | 2,0 |
| Тип датчика:       |                          |     |     |     |     |     |
| ВКБ-03             |                          |     |     |     |     |     |
| КВП-8              |                          |     |     |     |     |     |

## **7 ЗМІСТ ЗВІТУ**

1. Тема та мета роботи.
2. Короткі дані по теорії індуктивних вимикачів.
3. Порядок проведення лабораторної роботи.
4. Результати дослідження у виді таблиці.
5. Пояснювання результатів експериментів.
6. Висновки по роботі.

## **8 РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА**

- 1 Маш Д.М. и др. Новые бесконтактные путевые выключатели.  
// Механизация и автоматизация производства, 1973, № 3. - С. 20-21
- 2 Ливак В.И. Электрические устройства автоматической аварийной защиты. М.: Машиностроение, 1980. - 204 с.
- 3 Туричин А. М. Электрические измерения неэлектрических величин, 4 изд., М.—Л., 1966.
- 4 ДСТУ EN 60947-5-2:2015 Пристрої комплектні розподільчі низьковольтні. Частина 5-2. Пристрої розподільчих кіл і комутаційні елементи. Безконтактні давачі.