

Міністерство освіти і науки України  
Чернігівський промислово-економічний коледж  
Київського національного університету технологій та дизайну

ЗАТВЕРДЖУЮ

Заступник директора з НР

\_\_\_\_\_ С.В.Бондаренко

\_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**Методичні вказівки і завдання щодо виконання  
практичних занять з дисципліни  
«Електричні апарати»  
для студентів 3 курсу  
спеціальності 5.05070104 «Монтаж і експлуатація  
електроустаткування  
підприємств і цивільних споруд»**

Уклав

Ю. В. Алійник

Розглянуто на засіданні  
циклової комісії  
спеціальних електротехнічних дисциплін  
Протокол №\_\_ від \_\_\_\_\_ 20\_\_ року  
Голова циклової комісії

В. В.Олійник

# **Інструкція для виконання практичної роботи №1**

**Тема:** Вивчення конструкції та роботи повітряного вимикача навантаження.

## **1. Мета:**

1.1 Вивчити принцип дії та конструкцію повітряного вимикача навантаження типу ВВП–16.

## **2 Матеріально-технічне та навчально-методичне забезпечення:**

2.1 Аркуші паперу формату А4.

2.2 Набір креслярських приладів.

2.3 Методичні вказівки щодо виконання практичної роботи №1.

## **3 Теоретичні відомості**

Вимикачі навантаження ВН-16, ВВП-10, ВВП-16, ВВП-17 відносяться до автогазових вимикачів. Їх використовують в установках невеликої потужності, замість дорогих вимикачів потужності. Вимикачі навантаження ВН-16 виготовлені на базі триполюсних роз'єднувачів РВ-10/400 та призначені для внутрішньої установки. Так само, як і роз'єднувачі, вони забезпечують видимий розрив кола. Проте, роз'єднувачі не можуть вимикати струми навантаження.

Вимикачі типу ВН на 10 кВ забезпечують комутування струму холостого ходу та номінального струму навантаження силових трансформаторів потужністю від 160 до 1600 кВА. Гасіння електричної дуги, що виникає між контактами вимикача при відключенні струму навантаження здійснюється в дугогасній камері, що має вкладиші з органічного скла. Під дією високої температури електричної дуги, яка утворюється в камері під час розриву струму навантаження, органічне скло частково розкладається з виділенням великої кількості газу. При виділенні газу в дугогасній камері значно підвищується тиск, який створює повздовжнє дуття газу, під дією

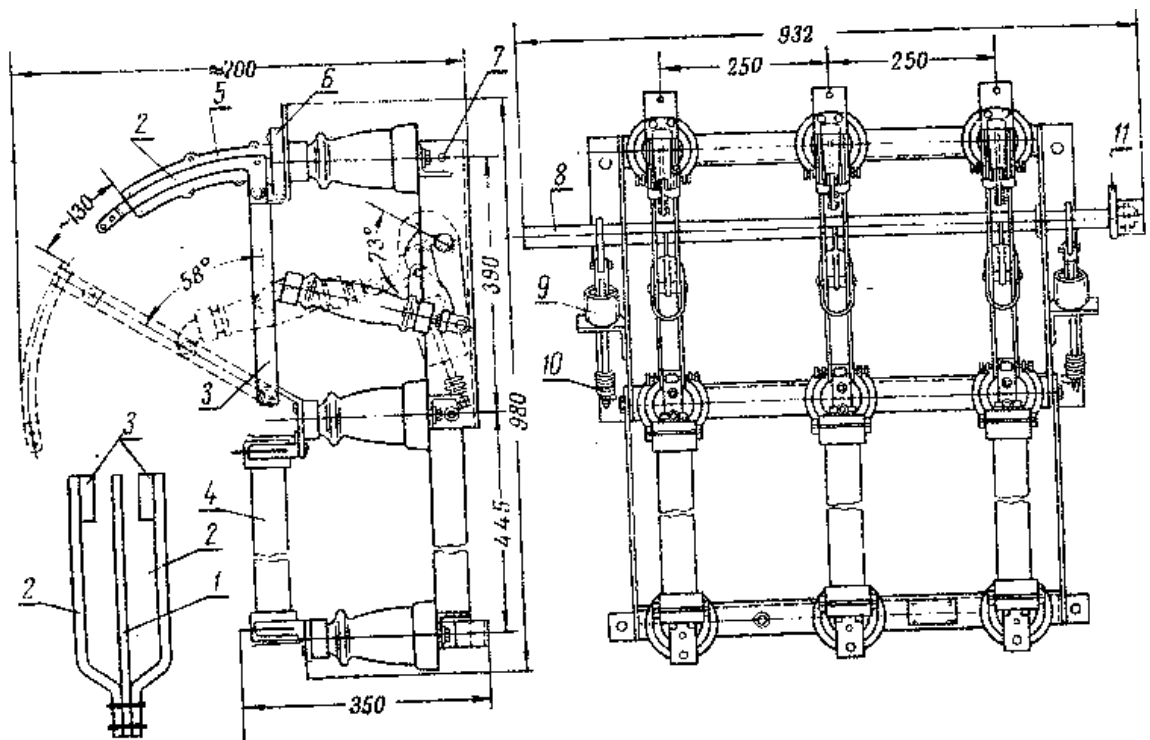
якого з дугогасної камери видувається іонізований газ, що призводить до згасання дуги та розриву кола.

Дугогасні камери виконують із термостійкої пластмаси. Вони мають дугоподібну форму, тому рухомі дугогасні контакти легко входять у камери. При включенні вимикача спочатку замикаються дугогасні контакти, потім – головні контакти. Процес вимкнення проходить навпаки – спочатку розмикаються головні, а потім дугогасні контакти. У вимкненому положенні рухомий дугоподібний контакт утворює видимий розрив з дугогасною камерою.

Для захисту високовольтного електроустаткування від аварійних режимів роботи використовують запобіжники типу ПКТ, які включаються послідовно з вимикачем навантаження в кожній фазі. Вимикач навантаження, конструктивно доповнений трьома запобіжниками, утворює апарат типу ВНП. При цьому комутування робочих струмів здійснюється за допомогою вимикача, а відключення струмів короткого замикання – плавкою вставкою запобіжників ПК.

Вимикач ВНП-17 являє собою конструктивний варіант вимикача ВНП-16 і відрізняється від нього тим, що має механізм автоматичного відключення при спрацюванні запобіжників.

Для виконання заземлення установки при відключеннях, вимикачі навантаження можуть бути обладнані ножами заземлення, що приварюються до окремого валу. У такому виконанні вимикачі навантаження позначаються ВНПз-16 або ВНПз-17. Ножі заземлення встановлюються зверху або знизу вимикача навантаження. Вали ножів заземлення і вимикача зв'язані блокуванням, завдяки якому не можна включити ножі заземлення при включеному вимикачі. Операції із заземлюючими ножами можна виконувати тільки при відключеному вимикачі навантаження.



- 1 – дугогасильний ніж
- 2 – сталі пластини
- 3,6 – робочі контакти
- 4 – кварцовий запобіжник
- 5 – дугогасильна камера
- 7 – рама
- 8 – вал
- 9 – відключаюча пружина
- 10 – буфер
- 11 – привідний важіль

Рисунок 3.1 – Вимикач навантаження типу ВНП-16 із запобіжниками ПКТ-10

Керування ножами заземлення здійснюється окремими ручними приводами ПР-1 або ПР-2, а керування вимикачем навантаження – приводами ПР-17 або приводами ПРА-12, ПРА-17 з дистанційним (автоматичним) відключенням (обладнані електромагнітами відключення).

Вимикачі навантаження серії ВН-10 забезпечують гасіння дуги за допомогою камер з газогенеруючими вкладишами. Їх комплектують ручними

приводами (ВНР-10), запобіжниками, призначеними для захисту електричних мереж від струмів коротких замикань та розташованими зверху або знизу вимикачів (ВНРп-10), із заземлюючими ножами, розташованими перед (ВНРп-10з) або (ВНРп-10зп) запобіжниками.

Автогазові вимикачі навантаження розглянутих типів монтуються в закритих установках станцій, підстанцій та розподільчих пристроях.

#### **4 Хід роботи**

4.1 Вивчити конструкцію та принцип роботи вимикачів навантаження.

4.2 Розібрати полюс вимикача навантаження та вивчити конструкцію дугогасильної камери.

4.3 Вивчити принцип роботи приводу вимикача навантаження

#### **5 Висновки:**

#### **6 Контрольні питання:**

6.1 Які функції виконують вимикачі навантаження?

6.2 З яких конструктивних елементів складаються вимикачі навантаження ВНР-10, ВНР-16, ВНР-17?

6.3 Як здійснюється гасіння електричної дуги в автогазових вимикачах?

6.4 Якими конструктивними елементами відрізняється вимикач ВНР-16 від вимикача ВНР-17?

6.5 Чи буде відключатись вимикач навантаження ВНРп-10 при перегоранні запобіжника?

6.6 З якою метою послідовно з вимикачем навантаження встановлюють запобіжники?

6.7 В яких електроустановках застосовуються автогазові вимикачі?

Література:

1. Родштейн Л. А. Электрические аппараты: Учебник для техникумов. – 4-е изд., перераб. и доп. – Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отд-ние, 1989. – 304 с.
2. Рожкова Л. Д., Козулин В. С. Электрооборудование станций и подстанций: Учебник для техникумов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 648 с.

## **Інструкція для виконання практичної роботи №2**

**Тема:** Захисна характеристика автоматичного вимикача. Вибір автоматичних вимикачів.

### **1. Мета:**

- 1.1 Ознайомитися із захисною характеристикою автоматичних вимикачів.
- 1.2 Навчитися вибирати автоматичні вимикачі.

### **2 Матеріально-технічне та навчально-методичне забезпечення:**

- 2.1 Аркуші паперу формату А4.
- 2.2 Набір креслярських приладів.
- 2.3 Методичні вказівки щодо виконання практичної роботи №2.

### **3 Теоретичні відомості**

Автоматичні вимикачі призначені для захисту мереж 220/380В від перевантажень та коротких замикань. Вони виконують функції двох найпростіших апаратів: рубильників та плавких запобіжників.

Автоматичний вимикач включає в себе електромагнітний розчіплювач – для захисту від коротких замикань, та тепловий розчіплювач – для захисту від перевантажень.

Автомати призначені для порівняно не частих комутацій.

Основними параметрами автоматичного вимикача є:

–номінальний струм – найбільший струм, при якому автомат може працювати протягом тривалого часу;

–номінальна напруга – номінальна напруга мережі для роботи в якій розрахований автомат;

–струм спрацювання розчіплювача – мінімальний струм при якому розчіплювач спрацює і автомат відключається.

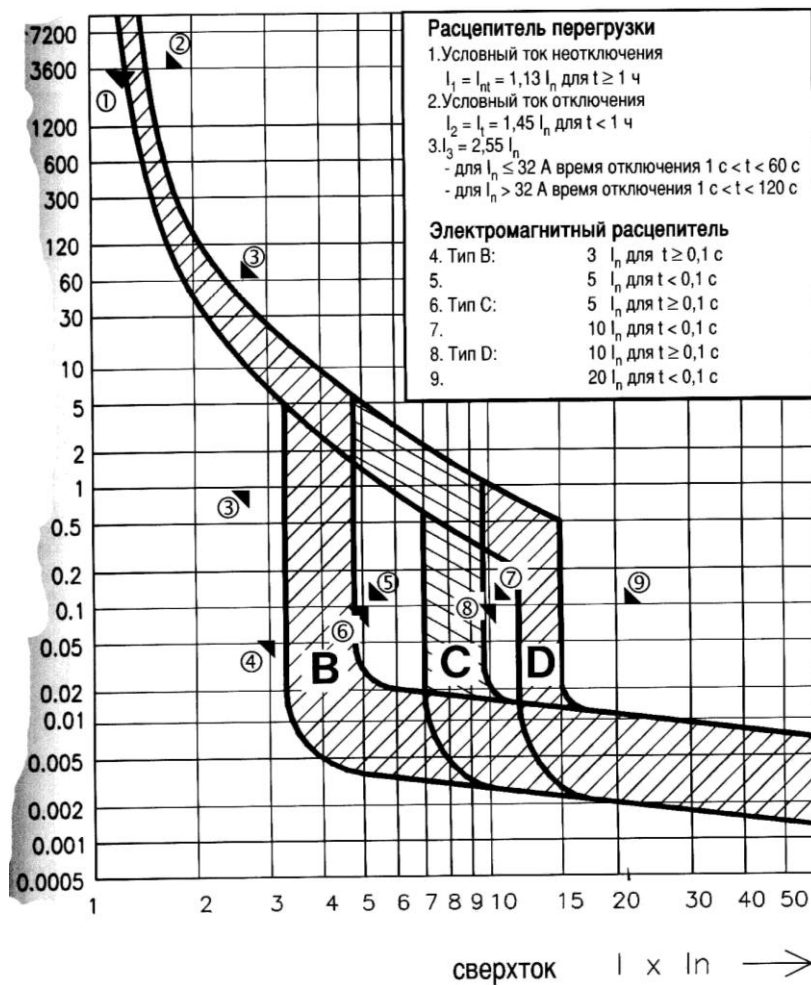


Рисунок 6.11 – Захисна характеристика автомата

Захисна характеристика автомата має залежну та незалежну частини. При перевантаженнях  $>1,25I_n$  автомат спрацьовує на відключення, причому час відключення залежить від струму перевантаження (з ростом струму зменшується). При струмах  $>(5..6)I_n$ , тобто при к.з. автомат спрацьовує з витримкою часу (0,001..0,004с) яка не залежить від струму. Ця частина характеристики називається відсічкою.

Для забезпеченні селективної роботи послідовно включених автоматів їх захисні характеристики не повинні пересікатися.

Останнім часом іде уніфікація багатофункціональних пристроїв, реле, у яких вбудовані основні схеми захисту: захист від аварійних режимів, від перевантаження, від просідання напруги та захист людей від прямого чи непрямого попадання під напругу.



## Вибір автоматичних вимикачів

Автоматичні вимикачі вибираються за наступними умовами:

- по номінальній напрузі:

$$U_{уст.} \leq U_H,$$

- по робочому струму:

$$I_{р.маx} \leq I_H,$$

- по конструктивному виконанню;

- по граничному вимикаючому струму:

$$I^{(3)} \leq I_{откл.}$$

- на електродинамічну стійкість перевіряються усі автомати за виключенням швидкодіючих автоматів  $t_{откл.} \leq 0,005 \text{ с}$ :

$$i_y \leq i_{дин.}$$

- перевірка на термічну стійкості робиться тільки для селективних автоматів:

$$B_K \leq I_T^2 \cdot t_T.$$

- по чутливості.

Мінімальний струм КЗ у найвіддаленішій точці мережі повинен бути більшим за номінальний струм автомата не менше ніж в 3 рази:

$$I_{K\_min} \geq 3 \cdot I_H.$$

Для автоматів миттєвої дії:

$$I_{K\_min} \geq 1,4 \cdot I_{ср.к.з.},$$

де  $I_{ср.к.з.}$  – струм при якому автомат спрацьовує.

- по селективності.

Для забезпечення селективної дії послідовно встановлених автоматів їх захисні характеристики не повинні пересікатися. Причому, уставка струму спрацювання у головного автомата SF1 повинна бути більшою ніж у лінійних автоматів SF2 (рисунок 6.1).

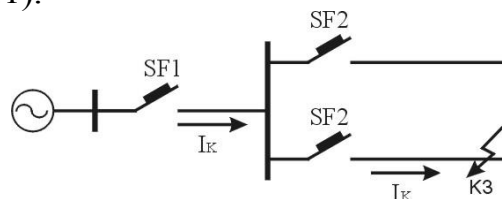


Рисунок 6.1 – Ступені селективності автоматів

У зв'язку з тим, що час спрацювання автоматів однієї марки має деяку розбіжність при перевірці селективності необхідно її враховувати. Середню похибку дії розчіплювачів автоматів приймають рівною  $\pm 20\%$ .

В такому випадку для будь-якого значення струму перевантаження або струму КЗ селективність забезпечується за умови:

$$0,8 \cdot t_{cp. SF1} \geq 1,2 \cdot t_{cp. SF2}.$$

## **5 Хід роботи**

4.1 Ознайомитися із захисними характеристиками автоматичних вимикачів.

4.2 Вибрати автоматичний вимикач відповідно до варіанту.

4.3 Зробити необхідні висновки по роботі.

## **5 Висновки:**

## **6 Контрольні питання:**

Література:

1. Родштейн Л. А. Электрические аппараты: Учебник для техникумов. – 4-е изд., перераб. и доп. – Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отд-ние, 1989. – 304 с.
2. Рожкова Л. Д., Козулин В. С. Электрооборудование станций и подстанций: Учебник для техникумов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 648 с.

## **Інструкція для виконання практичної роботи №3**

**Тема:** Вивчення апаратури контакторного управління. Вибір контакторів та магнітних пускачів.

### **1 Мета:**

1.1 Вивчити будову та принцип дії основних елементів нереверсивних та реверсивних магнітних пускачів.

1.2 Навчитися вибирати контактори та магнітні пускачі.

### **2 Матеріально-технічне та навчально-методичне забезпечення:**

2.1 Аркуші паперу формату А4.

2.2 Набір креслярських приладів.

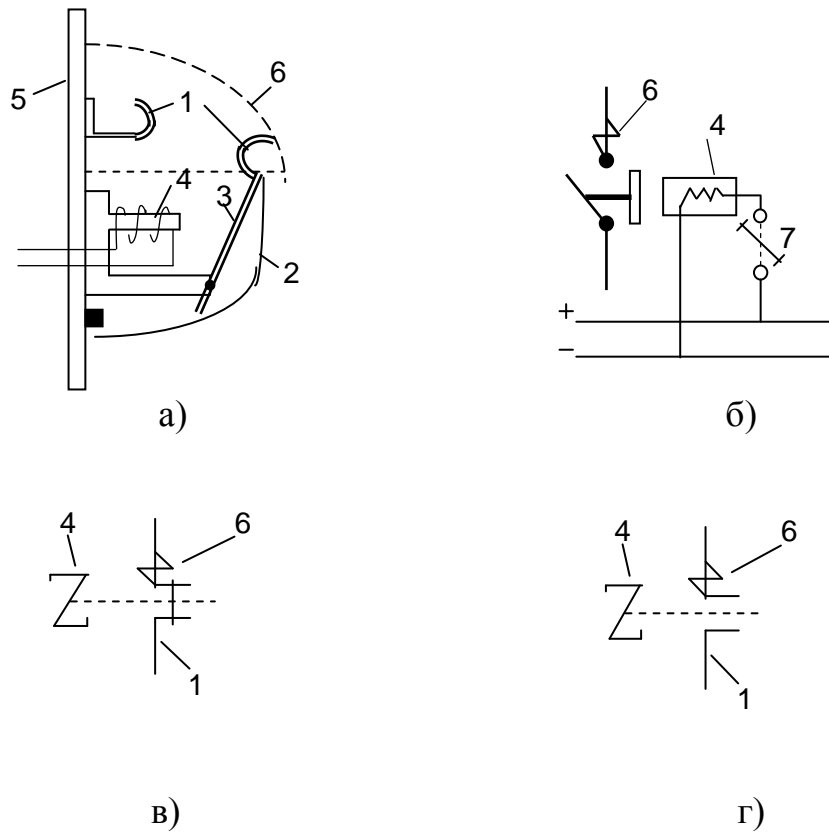
2.3 Методичні вказівки щодо виконання практичної роботи №3.

### **3 Теоретичні відомості**

Для дистанційного та автоматичного управління електроприводами зазвичай застосовують апаратуру контакторного управління, основним елементом якої є контактор. Контактор використовується для частого включення та відключення навантаження в колах постійного та змінного струму. Основним недоліком контактора є те, що він не захищає електричні кола від ненормальних режимів роботи: короткого замикання та перевантаження.

На рисунку 2.3 приведена схема контактора.

При замиканні ключем 7 кола котушки електромагніта 4, якір 3 притягується до його осердя, в наслідок чого контакти 1 замикаються. Для відключення контактора достатньо розімкнути ключ управління 7, при цьому якір 3 під дією відключаючої пружини 2 відпадає від котушки електромагніта. Зазвичай контактори комплектуються дугогасильною камерою 6. Також виготовляються контактори які містять як нормально розімкнуті, так і нормально замкнуті контакти.



- а) конструкція
- б) схема включення
- в) контактор в положенні “включено”
- г) контактор в положенні “виключено”

Рисунок 2.3 – Контактор

Магнітний пускач представляє собою трифазний контактор змінного струму з тепловими реле у двох фазах і з системою блокувальних контактів (рисунок 2.4). Магнітні пускачі застосовуються для дистанційного вмикання і вимикання короткозамкннутих асинхронних двигунів.

При натисканні на кнопку КВ, замикається коло електромагніта контактора 1 через кнопку розмикання КО і контакти 4 теплових реле. При цьому якір котушки 1 притягується, замикає головні контакти 3 пускача та його блок-контакти 2. Останні шунтують кнопку КВ, яка розмикає свої контакти при її відпускання. Для вимикання пускача досить натиснути кнопку КО. Вимикання відбудеться також, якщо при перевантаженні

перегріються нагрівальні елементи 4 теплових реле. Різке зниження напруги в живлячій мережі (до 50-60% від номінальної) також спричинює вимикання пускача, оскільки котушка електромагніта 1 не може вдержати якір пускача у ввімкнутому положенні.

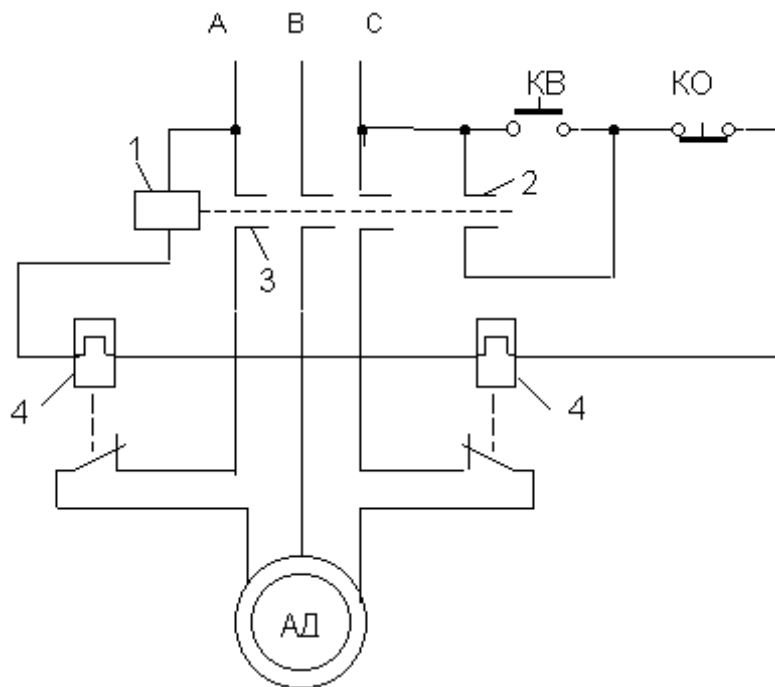


Рисунок 2.4 – Магнітний пускач з кнопковим керуванням

Котушка електромагніта магнітного пускача в залежності від її типу може живитися на постійному або змінному струмі (рід струму та величина номінальної напруги вказується на корпусі магнітного пускача).

### Вибір контакторів та магнітних пускачів

Контактори та магнітні пускачі вибираються за такими умовами:

- по номінальній напрузі:

$$U_{уст.} \leq U_H,$$

- по робочому струму(+ за родом струму – постійний/змінний):

$$I_{р.мах} \leq I_H,$$

- по потужності приєднаного навантаження:

$$P_{нагр} \leq P_H.$$

## 6 Хід роботи

6.1 Розібратись з принципом роботи нереверсивного та реверсивного магнітного пускача.

6.2 Для управління асинхронним двигуном вибрати апаратуру контакторного управління.

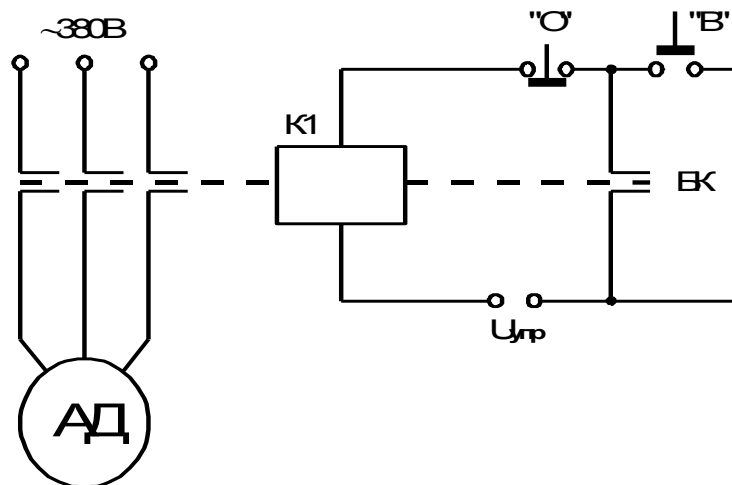


Рисунок М.1 – Схема керування АД

Таблиця М.1 – Варіанти завдань

№ Варіанту	Тип асинхронного двигуна
1	4АА50В2У3
2	4АА56А2У3
3	4АА56В2У3
4	4АА63А2У3
5	4АА63В2У3
6	4А71А2У3

6.3 Зробити висновки по роботі.

## 5 Висновки:

## 6 Контрольні питання:

- 6.1 Конструкція та призначення контакторів.
- 6.2 Конструкція магнітних пускачів та їх застосування.
- 6.3 Принцип реверсування навантаження.

## Література:

1. Родштейн Л. А. Электрические аппараты: Учебник для техникумов. – 4-е изд., перераб. и доп. – Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отд-ние, 1989. – 304 с.
2. Рожкова Л. Д., Козулин В. С. Электрооборудование станций и подстанций: Учебник для техникумов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 648 с.